

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

LIBEREC 2012

PETRA STEIGEROVÁ

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ

Studijní program: B3107 Textil

Studijní obor: 3106R002 Chemická technologie textilní

ALTERNATIVNÍ VYTVÁŘENÍ
MODROTISKOVÝCH EFEKTŮ

THE ALTERNATIVE CREATING OF BLUE-
PRINT EFFECTS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor:

Petra Steigerová

Vedoucí Práce:

Ing. Dagmar Machaňová

Konzultant:

doc. Ing. Jakub Wiener Ph.D.

V Liberci 9. 5. 2012

Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum: 9. 5. 2012

.....

Petra Steigerová

Poděkování

Chtěla bych poděkovat vedoucí své bakalářské práce paní Ing. Dagmar Machaňové za trpělivost a rady, které mi při tvorbě práce neochvějně udělovala od počátku až do konce. Dále mé díky patří panu doc. Ing. Jakubovi Wienerovi Ph.D. za odborné konzultace v praktické části, protože bez něj bych se ne vždy ubírala správným směrem. Ráda bych také poděkovala Ing. Martině Víkové Ph.D., Ing. Martinovi Stuchlíkovi a dalším pedagogickým pracovníkům, za jejich ochotu mi pomoci při realizování některých částí práce.

Největší dík však patří mé rodině, která při mně stála v průběhu celého studia a bez níž bych některé životní situace zvládala jen stěží.

Anotace

Cílem této práce je prozkoumání techniky modrotisku, která je na světě známá mnoho století, avšak informace o ní nejsou dostatečně ověřeny. Práce se zabývá především prozkoumáním rezervačního prostředku nazývaného „pap“, který se běžně k vytváření modrotiskových efektů v praxi používá. Předmětem zkoumání je jeho přibližné složení, způsob nanášení, množství nánosu a optimální teplota pro barvení těchto vzorků indigem. Dalším způsobem jak docílit modrotiskového efektu je použití vosku, resp. parafinu jako rezervačního prostředku. Zkoumá se nános a optimální teplota pro vzorky s nánosem vosku a jejich následným obarvením indigem. Jako další alternativa k modrotiskovému vytváření vzoru na textilií je zvolena metoda ozařování vzorků laserem. Všechny tyto použité metody jsou zhodnoceny pomocí obrazové analýzy.

Klíčová slova

Modrotisk, vosková rezerva, Laser Engraver WK40, indigo, ImageJ, Datacolor SF600

Annotation

The aim of this thesis is to explore the blue-print technique which has been known in the world for many centuries. However, all information about it is not fully verified. The aim of the research is primarily the examination of booking preservation agent called „pap“, which is commonly used in practice for blue-print effects. The thesis is trying to find out the approximate composition of pap, the way of its application, the quantity of application, the temperature, which is optimal for samples with pap application and their subsequent dying in indigo vat. Another way how to achieve blue-print effect is using wax like paraffin as a preservation agent. The thesis is interested in the application and the temperature which is optimal for samples with the application of wax and their subsequent dying in indigo vat. Laser irradiation of samples is used as an alternative method to the classical way of creating patterns on the fabric. All these methods are evaluated by image analysis.

Keywords

Blue-print, wax reserve, Laser Engraver WK40, indigo, ImageJ, Datacolor SF600

Obsah

Úvod.....	9
1 Charakteristika materiálu	11
1.1 Bavlna	11
1.1.1 Bavlník a jeho druhy	11
1.1.2 Struktura bavlněného vlákna	12
1.1.3 Celulóza.....	13
2 Modrotisk	15
2.1 Získávání indiga	15
2.1.1 Boryt barvířský (<i>Isatis tinctorie</i>)	16
2.1.2 Modřil barvířský (<i>Indigofera tinctoria</i>)	17
2.1.3 Rdesno barvířské (<i>Polygonum tinctorum</i>).....	18
2.1.4 Syntetické indigo	18
2.2 Historický postup vytváření modrotisku.....	19
2.3 Modrotisk dnes	21
2.4 Indigo jako kypové barvivo	21
2.5 Chemická charakteristika techniky.....	22
3 Vosková rezerva	23
3.1 Historie techniky	23
3.2 Vosky	24
3.3 Druhy vosku	24
3.3.1 Včelí vosk.....	24
3.3.2 Čínský vosk	25
3.3.3 Vorvaňovina	26
3.3.4 Karnaubský.....	26
3.3.5 Lanolin	26

3.3.6	Parafin	27
3.4	Princip techniky.....	27
3.5	Chemická charakteristika techniky.....	29
4	Laserová technologie	30
4.1	Laserová technologie v textilním průmyslu.....	30
4.2	Rozdělení laserů	31
4.2.1	Aktivní prostředí.....	31
4.2.2	Vlnová délka záření	31
4.2.3	Délka generovaného impulsu	31
4.2.4	Typ kvantových přechodů	32
4.2.5	Typ čerpání.....	32
5	Experimentální část	33
5.1	Použitá textilie.....	33
5.2	Použité chemikálie a rezervační prostředky.....	33
5.2.1	Pap.....	33
5.2.2	Chemikálie.....	33
5.2.3	Vosk a parafiny.....	34
5.3	Barvení – aplikace indiga.....	34
5.4	Použitá zařízení a metody	36
5.4.1	Prvková analýza „papu“ pomocí rentgenově fluorescenčního spektrometru ELVAX II	36
5.4.2	Analýza obrazu ImageJ	37
5.4.3	Měření barevnosti na přístroji Datacolor SF 600	37
5.4.4	Laser Engraver WK40.....	38
5.4.5	HP Scanjet 4850.....	38
6	Analýza rezervačního prostředku (papu)	39

6.1	Stanovení obsahu sušiny v papu.....	39
6.2	Prvková analýza papu	39
6.3	Nanášení papu na textilní materiál	41
6.4	Vytvoření teplotní řady pro pap	42
6.5	Vytvoření koncentrační řady pro rezervační prostředek.....	42
7	Vosková rezerva	43
7.1	Parafín s teplotou tání 48-50 °C	43
7.2	Parafín s teplotou tání 52-54 °C	44
7.3	Včelí vosk s teplotou tání 72-75 °C.....	44
8	Ozařování vzorků laserem.....	45
9	Výsledky a vyhodnocení.....	46
9.1	Vytvoření teplotní řady pro pap	47
9.2	Vytvoření koncentrační řady pro pap	50
9.3	Parafín s teplotou tání 48-50 °C	53
9.4	Parafín s teplotou tání 52-54 °C	54
9.5	Včelí vosk s teplotou tání 72-75 °C.....	57
9.6	Laser	60
	Závěr	63
	Bibliografie.....	64
	Seznam obrázků.....	67
	Seznam vzorců.....	69
	Seznam grafů	70
	Seznam tabulek.....	72
	Seznam příloh	73
	Přílohy	74

Úvod

Tkalcovství bylo obživou obyvatel ve Frenštátě pod Radhoštěm již v 17. století. První zmínka o tkalcovském cechu pochází z roku 1598. Mnoho tkalců se v pozdějších letech stalo barvíři a tiskaři. Tkalcovství, barvířství a tiskařství jsou tradiční řemesla, která spolu tedy úzce souvisí. Z historie víme, že poprvé se barvířství stalo profesionálním řemeslem díky Krásnobarvířům (Schönfärber), kteří své vlněné tkaniny a hedvábí barvili od druhé poloviny 18. století. Přibližně v 19. století se do Frenštátu dostalo i v té době již velice populární indigo. V letech 1840-1949 zde bylo v provozu 25 tiskařských živností. Hlavním výrobkem frenštáckých barvířů byl bílý nebo žlutý tisk na modře zabarveném plátně, nebo bílo-světle-modrý a žlutozelený dvojstisk na modrém podkladě. Literatura uvádí různá složení rezervačního prostředku, barvicí lázně i způsoby barvení. Barvíři přesné složení rezervy tajili, protože bylo výsledkem mnohaletého výzkumu pokusů a omylů. V některých literaturách se uvádí přibližné složení rezervačního prostředku zvaného pap v dílech. Pap se nejčastěji připravuje z hlínky malířské, arabské gumy, modré a zelené skalice a různých síranů. Domácí barvíři v té době používali kyselinu sírovou a těžké kovy, aniž by si uvědomovali, že tyto látky mohou být pro jejich organismus velice škodlivé. Důležitá pro ně byla sytost a odolnost barvy. Posledním frenštáckým barvířem byl Jan Polach, který svou živnost ukončil v roce 1949.

S historií modrotisku jsem se seznámila přistěhováním se do Frenštátu pod Radhoštěm. Sláva tkalců i barvířů zde byla vidět téměř na každém kroku v podobě starých továren, nebo je možné ji přímo vyhledat ve skanzenu v Rožnově pod Radhoštěm. Problematika tkalcovství a barvířství mě vždy velice zajímala. První z uvedených, tkalcovství, jsem si vyzkoušela při praxi v tkalcovně Slezan Frýdek-Místek v roce 2009. Druhou, barvířství, jsem si zvolila jako téma své bakalářské práce, protože velice úzce souvisí se studovaným oborem.

Vždy mě velice zajímalo, čím je bílý vzor na modrém podkladě vytvořen a jak funguje indigo jako barvivo. Ke všem experimentům jsem použila bavlněnou tkaninu, protože mnou utkaná lněná se pro svou vysokou jemnost nedala použít. Zjišťuji, jaké složky by v papu mohly být obsaženy a jakým způsobem mohou reagovat s tkaninou, zda se jedná pouze o mechanickou rezervu nebo zdali pap přímo chemicky reaguje s indigem. Zajímal mě i způsob nánosu papu a jeho množství, které bude vhodné pro

praktické použití. Indigem se barví za nižších teplot, a proto mě zajímalo, jaká teplota bude pro barvení bavlněného vzorku s naneseným papem optimální. Očekávaným výsledkem je barvení za nižších teplot jak pro materiál, pap i obě složky současně.

Alternativou k vytváření modrotisku klasickým způsobem je nahrazení papu voskem. K ověření této teorie byly použity dva druhy parafinů s různou teplotou tání a také včelí vosk. Materiál byl ve vosku smočen, nános zde není důležitý. Zajímá nás optimální teplota pro barvení a výsledná bělost.

Jako druhá alternativa k vytváření modrotiskových efektů se jeví ozařovat indigem obarvené textilie pomocí laseru. Principem této metody tedy není rezerva, ale odstranění indiga z vybraných míst textilie. Laserové záření způsobí extrémní přehřátí povrchu textilie a tím i termický rozklad obsaženého barviva.

Cílem práce je srovnání klasického modrotisku s těmito dvěma alternativními technikami vytváření vzoru zejména z hlediska zhodnocení dosažené běli.

1 Charakteristika materiálu

1.1 Bavlna

Bavlna je nejvýznamnější přírodní surovina. Semenná vlákna z tobolek se získávají z různých druhů bavlníku (*Gossypium*). Vláknó bavlny je jednobuněčné a má tvar zploštělé stučky, která má šroubovitý zákrut a zesílené okraje.



(1)

Obr. 1-1 Bavlna (35)

1.1.1 Bavlník a jeho druhy

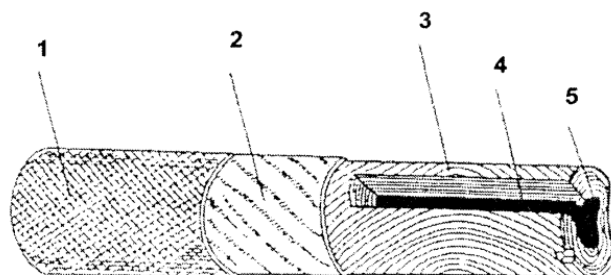
Bavlník se pěstuje již od 4000 let př. n. l. v Indii. Do Indie se dostal z Egypta a rozšiřoval se přes Babylón, Čínu a Malou Asii do Řecka i dalších států. V Evropě to byli Maurové, kteří ji přinesli ze severní Afriky do Španělska.

Bavlník patří do čeledi rostlin slézovitých, dosahuje výšky 0,7 m jako bylina nebo 1 až 2 m jako keř, 2 až 3 m jako víceletá keřovitá rostlina a 3 až 6 m jako strom. V současné době se většinou pěstuje jako jednoletá rostlina. Snadno se degeneruje a velice dobře se kříží. (2)

Rozdělení bavlníků

- Bavlník keřovitý (*Gossypium Barbadense*)
- Bavlník srstnatý (*Gossypium Hirsutum*)
- Bavlník bylinný (*Gossypium herbaceum*)
- Bavlník stromový (*Gossypium arboreum*)
- Bavlník peruánský (*Gossypium peruvianum*)
- Bavlník brazilský (*Gossypium brasiliense*)

1.1.2 Struktura bavlněného vlákna



Obr. 1-2 Model bavlněného vlákna (3)

1. Primární stěna
2. Fibrilární mezivrstva
3. Sekundární stěna
4. Terciální stěna
5. Lumen

Primární stěna se nazývá kutikula a je pokožkou, která tvoří tenký, ale zároveň pevný povrch vláken. Je složena především z lecitinu, bílkovin, vosků a pektinů. Tloušťka kutikuly je cca 0,1 μm .

Sekundární stěna je tvořena soustavou prstenců lamel a zaujímá až 95 % objemu vlákna. Dosahuje tloušťky 4 μm .

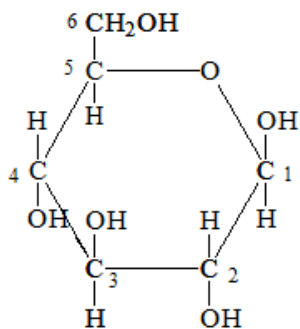
Terciální stěna je vnitřní pokožkou ohraničující lumen. Z větší části je tvořena necelulózovými látkami a je tenká cca 0,1 μm .

Chemické složení bavlny se liší v závislosti na druhu bavlny, klimatických podmínkách a zralosti vláken

- 86-96 % celulózy
- 2,8 % bílkovin
- 0,4-1,2 % pektinů
- 0,4-0,8 % tuků a vosků
- 1-1,8 % popelovin
- 6-8,5 % hydroskopické vlhkosti
- stopy pigmentů

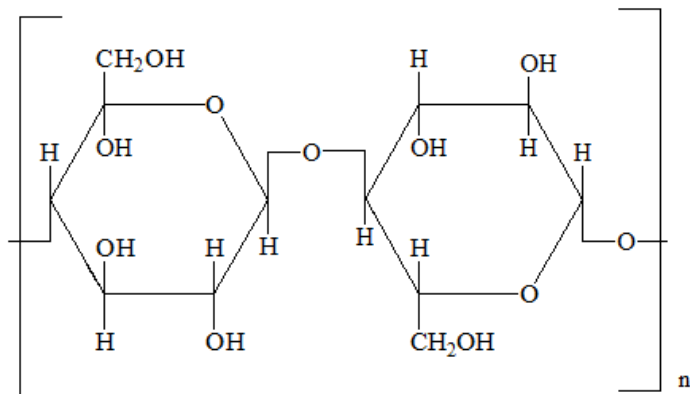
1.1.3 Celulóza

Je to přírodní makromolekulární sloučenina, která je základním stavebním prvkem bavlněných vláken. Základní stavební jednotkou tohoto polysacharidu je β -glukopyranóza spojená do polymeru 1,4- glykosidickými vazbami.



Vzorec 1-1 β -glukopyranóza (3)

Navázáním několika tisíc (3-15 tisíc) základních jednotek β -glukózy vznikne makromolekula celulózy.



Vzorec 1-2 Základní strukturní jednotka celulózy-celobióza (3)

Stavba celulózy

Každá β -glukopyranózová jednotka obsahuje 3 alkoholické skupiny. Primární alkoholická skupina je umístěna na uhlíku C_6 a sekundární alkoholické skupiny jsou na uhlících C_2 a C_3 . Tyto $-OH$ skupiny významně ovlivňují fyzikální, chemické a fyzikálně-chemické vlastnosti. Mezi těmito skupinami vznikají vazby vodíkových můstků. Jednak jako intramolekulární vazby (mezi $-OH$ skupinami jedné makromolekuly) a jednak intermolekulární jsou příčinou nerozpustnosti celulózy ve vodě a běžných rozpouštědlech.

Působením vazeb vodíkových můstků na sebe makromolekuly vzájemně působí. Velmi pevná vazba dvou molekul může nastat, jestliže obě molekuly budou mít řetězce rovné, paralelně umístěné vedle sebe a na všech místech, kde to sterické důvody umožňují, vzniknou vodíkové můstky. Takto urovnané makromolekuly v paralelním uspořádání umožňují vznik krystalických útvarů.

Náhodně uspořádané molekuly celulózy se mohou vodíkovými můstky vázat jen ojediněle a vzhledem k volné otáčivosti některých vazeb jsou různě zprohýbány a vytváří amorfni oblasti vláken.

Předpokládá se, že jedna makromolekula celulózy zasahuje do několika krystalických i amorfni oblastí vlákna.

Volné alkoholické skupiny v amorfni oblastech vlákna mají schopnost poutat molekuly vody pomocí vodíkových můstků. Tato schopnost je omezena, nedochází k rozpouštění celulózy, ale pouze k jejímu bobtnání.

Celulóza je málo reaktivní, což je dáno jejím chemickým složením (reaguje jako vícemocný alkohol), hlavně však její strukturou, protože reakce probíhají značně rychleji v amorfni oblasti vlákna. U rezných celulóзовých vláken převládá krystalický podíl, který odpovídá 70 % objemu vláken.

Pro zušlechťování mají největší význam reakce, při nichž dochází ke zkrácení makromolekulárního řetězce a tím ke snížení pevnosti celulóзовých vláken. Jedná se hlavně o hydrolytické štěpení a oxidační reakce, které vedou k oxidačnímu štěpení. Tyto reakce probíhají snadněji, je-li celulóza ve zbobtnalém stavu. (3)

2 Modrotisk

Historie modrotisku na Frenštátsku velice úzce souvisí s tkalcovstvím, které se v této oblasti datuje od 17. století. Tkalcovství bylo pro mnoho obyvatel Frenštátu a okolí jedinou obživou už v 16. století. Teprve



v roce 1606 však získal cech tkalcovský výsadní listinu. S tkalcovstvím velice

Obr. 2-1 Různé modrotiskové vzory (36)

úzce souvisí barvířství a tiskařství. Potiskované a barvené látky modrou barvou se všeobecně staly velice populárními. Úprava indigem však byla velice drahá. Do českých zemí se modrotisk dostal s německými rodinami tiskařů v 18. století. Ruční výroba modrotisku se rozšířila až v 19. století po zlevnění indiga a snížení cla za dovážené barvivo, bavlnu a bavlněné látky. Praktický a cenově dostupný modrotisk si získal oblibu u širokých vrstev obyvatelstva. Barvíři a tiskaři pracovali téměř v každém venkovském městečku. Vznik barvířství a tiskařství ve Frenštátě ovlivnil rozvoj tovární výroby lněných a bavlněných tkanin na počátku 19. století. Rukodělné barvířské řemeslo patřilo mezi nejtěžší a nejdrsnější. Bylo také zapotřebí velkého množství vody. Proto stavěli barvíři své dílny blízko potoka nebo řeky. Frenštátští barvíři používali často bílý nebo žlutý tisk na modře zbarveném plátně, nebo bílo-světle-modrý a žluto-zelený dvojstisk na modrém podkladě.

Technika modrotisku se stala populární díky rostlině modřil barvířský (*Indigofera tinctoria*), která pochází z Indie. Její barvicí účinky jsou známy více než 4000 let. Indigo je jedna z nejznámějších barevných substancí, které se vyskytují v rostlinách barvicích na modro. V Evropě je nejznámější použití borytu barvířského (*Isatis tinctoria*), který však má nižší obsah barviva. Indigovník neboli modřil, jako tropická rostlina obsahuje velké množství barviva ve stvolu. (4) (5)

2.1 Získávání indiga

Modré barvivo se získává kvašením šťávy ze stvolů při teplotě 25 °C a srážením při styku se vzduchem. Toho se docílí mícháním šťávy. Dobré rostlinné indigo vysrážené v kouscích má krásnou fialovomodrou barvu a měděný lesk v místě, kde ho lehce otřeme nehtem. Pozná se také podle nízké hmotnosti, čistém lomu a je bez vůně.

Nejlepší druhy indiga pocházejí z Jávy, Bengálska, Guatemaly. Obsahují 40-60 % modrého barviva. (4)

2.1.1 Boryt barvířský (*Isatis tinctorie*)

Tato rostlina může dosáhnout až výšky 1 m, většinou je dvouletá, avšak v některých případech může mít i kratší vegetační cyklus. Boryt se již od pradávna pěstoval pro modré barvivo. Caesar přinesl zprávy z galských válek o tom, že Britové jej používají k barvení těl bojovníků. Modrá barva měla pro pověřivé nepřátele zastrašující účinky. Sasové modré barvivo používali běžně, začali jej také míchat se žlutým barvivem z rýtu barvířského. Tímto vznikla proslulá lincolnská zeleň. Růžovou barvu získáme, smícháme-li boryt s kamencem.



Obr. 2-2 Boryt barvířský (33)

Ve středověké Evropě bylo pěstování borytu barvířského přísně regulováno barvířskými cechy. Boryt nadměrně zatěžuje půdu a včely jej nemají rády. Po jeho výsevu už v místech neporoste tráva ani rostliny nutné k obživě. I přes tyto nesnáze s jeho pěstováním byl na trzích velice žádaným zbožím. Listy rostlin se sklízely 4krát až 5krát do roka. Pěstitelé je posílali do továren, kde se listy drtily, svinuly do balíků a nechaly devět týdnů fermentovat. Až do 16. století, kdy bylo objeveno indigo, byl boryt barvířský jedinou surovinou pro výrobu modrého barviva. S objevem indigové modře začala poptávka po borytu prudce klesat. V Londýně v roce 1930 skončilo barvení borytem úplně, protože v Lincolnshire byly uzavřeny poslední dvě továrny na jeho zpracování. Až do roku 1932 byl však boryt hlavní složkou barviva na policejní uniformy. (6)

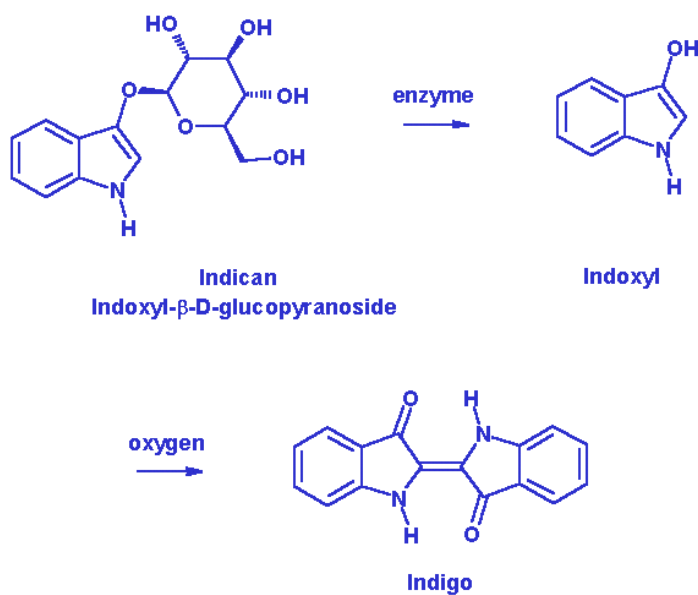
V dnešní době se boryt používá hlavně k vylepšení kvality barvy získané z indigovníku. Používá se také jako základ černého barviva. Tato rostlina našla využití i v lékařství pro její adstringentními účinky.

2.1.2 Modřil barvířský (*Indigofera tinctoria*)

Modřil barvířský je polokeř, který může dosáhnout výšky až 1 m. Jeho původ je v Africe cca 2000 let př. n. l., ze které se rozšířil do všech tropických a subtropických oblastí. V jižní Evropě se začal pěstovat v 18. století. Je známo přibližně 350 druhů tohoto rodu. Jeho sklizeň je možné uskutečnit třikrát do roka. Indigo je obsaženo v celé rostlině, hlavně v listech. V poslední době je ale přírodní indigo vytlačováno indigem syntetickým. (6)



V této rovnici vidíme, složku indigovníku Obr. 2-3 Modřil barvířský (33) glykosid indikan. Indigovník byl kvašen, čímž se uvolňuje indoxyl, který pak v jiné kádi oxiduje vzduchem na modré barvivo indigo. (7)



Vzorec 2-1 Výroba indiga (7)

2.1.3 Rdesno barvířské (*Polygonum tinctorum*)

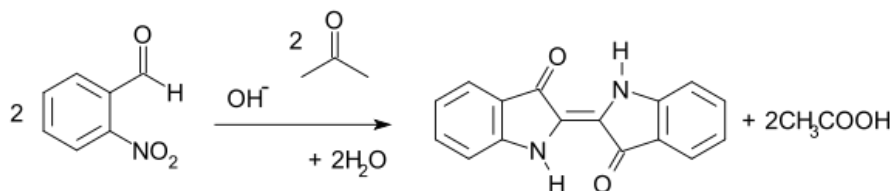
Tato rostlina je nazývána jako Čínské indigo. Pochází z rodu pohankovitých a vyskytuje se v oblasti střední Evropy až po východní Asii. Její listy byly zdrojem modré barvy zvané indigo. Rostlina prospívá v písčitých, ale také v těžkých jílovitých půdách, má neutrální pH. Byla používána v Číně v období dynastie Zhou (1045-771 př. n. l.) a je považována za nejdůležitější modré barvivo ve východní Asii až do příchodu indigovníku z jihu. Rostlina získala označení jako „barvířův chomáč plevel“. (6)



Obr. 2-4 Rdesno barvířské (33)

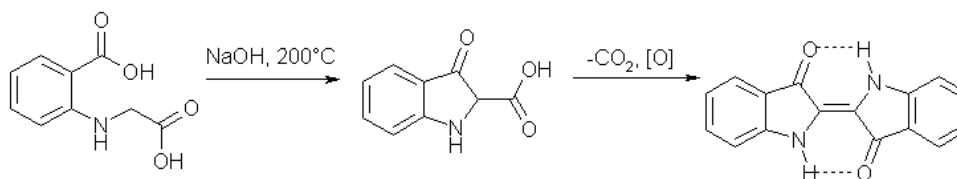
2.1.4 Syntetické indigo

Studie o chemické analýze indiga byla zahájena v roce 1865 německým chemikem Adolfem von Bayerem. První syntéza isatin (1H-indol-2, 3- dion) byla popsána v roce 1878 a druhá v roce 1882. Jedná se o syntézu s 2- nitro benzaldehydem a acetonem. Von Bayer na ní pracoval spolu s Viggem Drewsenem.



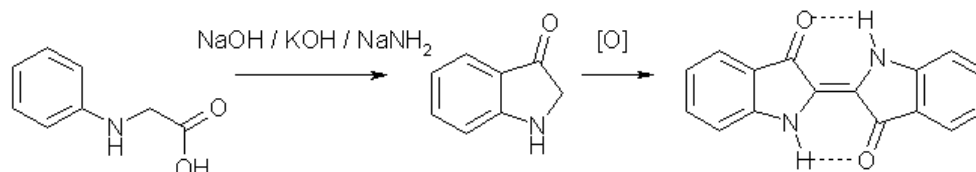
Vzorec 2-2 Syntéza výroby indiga podle Bayera a Drewsena (8)

Propracovanější struktura Karla Heumanna umožnila firmě BASF v roce 1897 přivést syntetické indigo na trh. V tomto procesu je N-(2-karboxyfenyl)glycin zahříván v inertní atmosféře NaOH na 200°C. Prvním produkt podléhá dekarboxylaci a poté dochází k oxidaci vzduchem.



Vzorec 2-3 Heumannova syntéza indiga (8)

V roce 1901 Johanness Pfleger navrhl nahradit N-(2- karboxyfenyl)glycin levnějším substrátem N-fenyloglycinem. Zde se zachází s roztavenou směsí NaOH, KOH a NaNH₂. Získá se indoxyl (1H-indo-3-ol). Podobně jako u Heumanna je původní produkt oxidován na vzduchu do vzniku indiga. Tato metoda se pro výrobu indiga stále používá. (8)



Vzorec 2-4 Syntéza dle Pflegera (8)

2.2 Historický postup vytváření modrotisku

Plátno se před tiskem a škrobením vyvaří v čisté horké vodě, do které se přidává louh sodný a soda. Po vyvaření se plátno pere ve vodě s přidavkem kyseliny sírové a poté se máchá ve studené vodě. Do lázně se přidávalo také trochu modré skalice (CuSO₄·5 H₂O), která na plátně posílila mořící proces indiga. Plátno se před tiskem také bělí, ale je možno použít i plátno nebělené. Negativní vzor na neběleném, surovém plátně byl používán hlavně na bytových textiliích.

Rezerva, v jazyce tiskařů „pap“, je krycí hlinka, kterou se tiskne vzor. Má zvláštní složení, aby přes indigo neprosakovala a aby jím zakrytá místa zůstala čistě bílá. Pap je nazelenalá hustá kaše, která se skládá z 60 dílů bílé hlinky malířské, 18 dílů arabské gumy, 9 dílů octanu olovnatého, 9 dílů siřičitanu olovnatého, 12 dílů modré skalice, 1 dílu masti, ½ dílu kamence. Přirozeně, každý barvíř má své vlastní tajemství o složení a výrobě papu.

Hlinka je jako škrobovina, která pap zahustí, aby se při tisknutí nastíral a neodlupoval z formy. Dále jsou v papu pojídla (arabská guma, vaječný bílek, čistý nebo kolínský klič), která pap spojují pevně s plátnem. Dále mořidla, zde kamenec, pro trvalé spojení barvy s vlákny plátna. Pap také obsahuje chemikálie absorbující barvivo, aby přes rezervu neproniklo k látce (kyselina sírová, vosk nebo lůj) a nakonec se přidá žluč, aby se tisk nerozpíjel.

Na rozetření a rovnoměrné nanesení papu na tiskařskou formu tiskaři používali tzv. „šašiu“. Ta se skládá ze tří rámových čtvercových truhliček, kdy jedna zapadá do druhé. Délka strany největší truhličky je asi 60 cm. Největší spodní truhlička má

na dně podušku, naplněnou škrobovou hmotou nebo peřím, aby byla pružná při přikládání formy. Horní truhlička má dno napnuté plátnem a na něm je pap, do kterého se pokládá tiskařská forma. Prostřední truhlička má na dně napnuté plátno, napuštěné fermeží, aby tvořilo izolaci mezi truhličkou s papem a polštářkem ve spodní truhličce. V horní truhličce si tiskař namáčí formu v papu jako na razítkovací podušce a potom ji přiloží na plátno s lehkým poklepem. Plátno je natažené na tiskařském stole a plocha stolu bývá potažena sukrem, aby forma měkce přiléhala k plátnu.

Takto se potiskne celý kus plátna, který se přímo ze stolu natahuje na bidlo zavěšené pod stropem. Na bidle plátno po tisku schne několik dnů, aby pap „dozrál“ a ponechal si své chemické účinky. Poté se plátno barví.



Obr. 2-5 Schnutí papu na materiálu zavěšeném na bidle (9)

Indigovou kypou se barvilo dvěma způsoby. První, tzv. saský se hodil na barvení vlny a hedvábí, nezaručoval však trvanlivost barvy. Indigo i boryt se rozpouštěly v kyselině sírové. Druhý, tzv. redukční, se zakládá na přeměně indiga v indigovou běl. To je správný a pravý způsob kypového barvení indigem.

Indigo se nejprve rozemele na jemný prášek malým kamenným mlýnkem nebo se rozdrtí v měděné nádobě pomocí železných koulí, kterými se indigo tře o dno s teplou vodou. Poté se přidává roztok zelené skalice, hašené vápno v čtyřnásobném množství vařící vody a indigo se s tímto roztokem smísí. Roztok se poté slévá do zásobní nádoby a nechá se několik hodin ustát. Zelená skalice zde slouží jako mořící a oxidační složka. Tímto se roztok srazí, utvoří se zelenožlutá tekutina, tzv. indigová běl, která zmodrá až ve styku se vzduchem. Správnost kypy se vyzkoušela namočením kousku látky, která pak na vzduchu oxidací zmodrala. Takto se vytvořilo indigové modřidlo, které bylo pro lněná a bavlněná plátna trvanlivé. Rozpuštění pravého indiga bylo velice namáhavé, a proto se kupovala indigová pasta, která však měla menší obsah modřidla.

Složení kypy dle receptu z 18. století ze Staré Lubovně obsahovalo 5 kg indiga, 4,5 kg H_2SO_4 , 5 kg vápna a 1000 l vody. Složení pro barvení v domácích podmínkách

bylo takovéto: indigová drť nebo kousky se roztřou na jemný prášek s vodou. V roztoku z 6 dílů hašeného vápna a 25 dílů horké vody se pak se indigo rozmíchá. Pak se rozpustí 4 díly zelené skalice v 10 dílech vody a do tohoto roztoku se zamíchá směs indiga a vápna a nechá se několik hodin ustát. Vytvoří se žlutá tekutina (indigoběl), kterou můžeme vyzkoušet malým kouskem látky, jak na vzduchu oxiduje. Plátno se při barvení vytahuje z lázně, nechá se oxidovat a poté se opět do barvicí lázně ponořuje, dokud se nedocílí požadovaný odstín. Vytahováním plátna na vzduch se indigo stává nerozpustným a upevňuje se stálobarevnost na látce. Při praní je odolné, a čím častěji se pere, tím krásnější odstín získává. Těmto vlastnostem kypového barvení vděčí indigo za svůj tisíciletý úspěch a trvání. (4)

2.3 Modrotisk dnes

V současné době se u nás barvením modrotiskem zabývají dvě firmy. První je firma pana František Jocha, jejíž historie se traduje již od roku 1906. Tato firma se nachází ve Strážnici a zabývá se nejen výrobou metráží, ale také šije modrotiskovou konfekci a dekorační předměty. Druhá firma se nachází v Olešnici na Moravě pod vedením Jiřího Danzinger. Olešnická modrotisková dílna má počátky v roce 1816 a od roku 1849 nezměnila technologii výroby. Firma se zabývá nejen vlastním tiskem metráže, ale poskytuje také zájemcům možnost vytvořit si doma na textilií vlastní vzor. V této firmě byl zakoupen rezervační prostředek pro experimentální část. (9) (10)

2.4 Indigo jako kypové barvivo

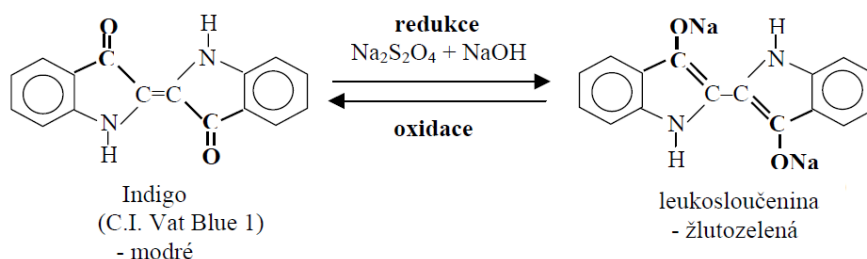
Indigo se řadí mezi kypová barviva, ta barví celulosová vlákna. Vyznačují se vysokými stálostmi vybarvení. Např. mokřými stálostmi, stálostmi ve vodě, praní, stálostmi na světle. Mají vysokou barvicí schopnost a širokou paletu odstínů.

Všechna kypová barviva jsou ve vodě prakticky nerozpustná, proto se pro barvení musí převést kypováním na vodorozpustnou, k celulosovým materiálům afinní formu, tzv. leukosloučeninu kypového barviva. Ta se však od původního barviva značně odstínově liší. Kypování spočívá v působení redukčního prostředku, téměř vždy dithioničitanu sodného $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ a alkálie v podobě hydroxidu sodného NaOH , čímž se leukosloučenina převede na rozpustnou sodnou sůl. Takto získaná barvicí lázeň se nazývá kypa.

Po „vytažení“ z lázně na vlákno se leukosloučenina převede oxidací za mírného kyselení zpět na kypové barvivo, které je ve vodě nerozpustné. Oxidace většinou

probíhá již při propírání vodou působením vzdušného kyslíku. Oxidaci lze urychlit působením oxidačních prostředků. Barvivo, které zůstalo na povrchu materiálu se, odstraní dodatečným mydlením. Tato vybarvení mají i v horkých lázních vysoké mokré stálosti. Je to způsobeno nerozpustností barviva, které je po barvení a oxidaci leukosloučeniny jemně rozptýleno v pórech vlákna.

Při kypování probíhají chemické reakce. Nejdříve se převede ketoskupina >C=OH redukcí na enolskupinu >C=OH a ta se okamžitě mění vlivem přítomného NaOH na skupinu >C=ONa . Vzniklá leukosloučenina se pak oxidací převede na původní kypové barvivo. (11)



Vzorec 2-5 Kypování (11)

2.5 Chemická charakteristika techniky

Základními surovinami rezervy jsou kaolín a arabská guma, k nimž se přidávají další přísady. Kaolín, čili jíl, obsahuje minerál kaolinit $\text{Si}_2\text{Al}_2\text{O}_5(\text{OH}_4)$. Tyto složky rezervačního prostředku tvoří ve vodě nerozpustný heteropolysacharid. Po nanesení na textilní substrát dochází k blokaci polárních skupin vlákna. Barvicí proces probíhá láznovým způsobem indigoidním barvivem, které se převádí na k vláknu afinní formu redukcí prostředkem v zásaditém prostředí – vytváří se molekula barviva s parciálním záporným nábojem a zároveň zásadité prostředí způsobuje parciální kladný náboj na celulóзовých materiálech. Barvivo vlivem afinity k vláknu se adsorbuje na povrch a poté difunduje do mezimolekulárních prostor, ale pouze v místech, kde není nanášena rezerva. Protože v rezervě je obsažen polysacharid a celulóзовá vlákna jsou na bázi polysacharidů, dochází k interakci mezi rezervou a molekulou barviva. Barvivo do vlákna neproniká. Po oxidaci vzdušným kyslíkem je nerozpustné barvivo uchyceno mezimolekulárními přitažlivými silami k textilií a částečně k rezervě. Po vyprání je barvivo vypíráno zároveň s rezervou a potlačené místo má zabarvení původního substrátu. (12)

3 Vosková rezerva

Vosková rezerva je jedním z druhů batiky. Batika je tradiční disciplínou tzv. užitého umění a také jeden z možných způsobů, jak proměnit textilní plochu v originál. Vytváří se ručně pomocí mechanické rezervy. Rozlišujeme několik druhů batiky a to podle druhu mechanické rezervy, stylu a způsobu vytváření



Obr. 3-1 Vosková batika (34)

vzoru. Tyto techniky se obecně nazývají vázaná, šitá, skládaná, Sumi, Shibori, Tie-dye, Ikat, vosková, blátěná a mnoho dalších. (13)

3.1 Historie techniky

Nikdo přesně neví, jak batika vznikla nebo jakým způsobem byla objevena. Zachovala se pověra o jejím původu. Podle ní kdysi dávno žila dívka v kamenné vesničce An-šun. Jedno město v Číně dodnes nese toto jméno. Dívka ráda barvila látky, především modrou a fialovou barvou. Jednoho dne, zatímco pracovala, posadila se na barvenou látku moucha. Dívka mouchu z plátna odstranila a zjistila, že se po ní na plátně nachází bílá tečka. Dívce se tečka velice zalíbila a její objev jakoby předznamenal používání vosku a vznik umění batiky. Název batika prý pochází z Jávy z výrazu tik, což v překladu znamená puntík. Jáva obecně bývá označována jako kolébka batiky, avšak někteří autoři se domnívají, že batiku znali dříve také staří Egypťané, Indové, Číňané, Japonci a později Afričané. V Číně se batika objevuje od 6. století. Číňané látku barvili, skládali, kroutili a svazovali tak, aby po barvení byly zřetelné jen některé její části. Batikované oděvy mohli nosit pouze kněží a zámožní lidé, podle barvy oděvu bylo jasné, kdo z obyvatel patří k vyšší vrstvě obyvatelstva. Indie nebyla v barevnosti oděvu tak zásadní jako Čína, batikované oděvy mohli nosit i obyvatelé z nižších vrstev. V Japonsku batikování sloužilo především ke zdobení kimono. Vyvinula se zde technika „Shibori“, která kombinuje různé styly vyvazování s nánosy vosku na materiál. (13) (14)

3.2 Vosky

Vosky jsou estery vyšších mastných kyselin a vyšších jednofunkčních alkoholů. Nejčastějšími vyššími mastnými kyselinami, které vosky obsahují, jsou kyselina palmitová, stearová, laurová a myristová. Dále je doplňují nasycené kyseliny s délkou uhlíkatého řetězce C_{24} - C_{30} .

Vosky jsou většinou tuhé látky, které jsou nerozpustné ve vodě a které se rozpouštějí v nepolárních rozpouštědlech. Jsou odolné vůči oxidaci a hydrolyze. Jsou hořlavé. (15)

3.3 Druhy vosku

Existuje mnoho druhů vosků. Pro tuto práci jsem vybrala zástupce vosků přírodních a synteticky vyráběný parafín.

3.3.1 Včelí vosk

Včelí vosk je přírodní produkt, který vzniká metabolickou přestavbou medu a pylu v tělech určitých druhů včel.

3.3.1.1 Chemické složení včelího vosku

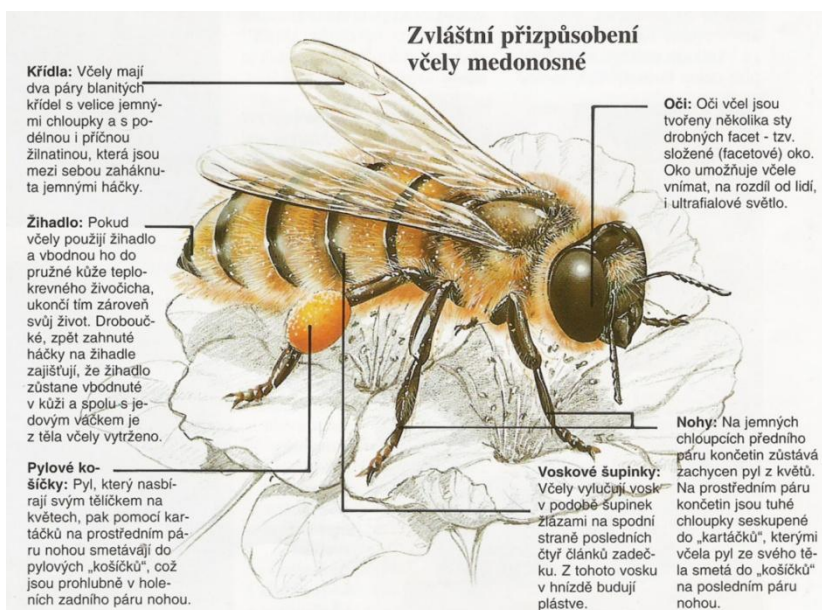
Vosk včely medonosné obsahuje až 284 složek. Ne všechny však byly identifikovány. Přibližně 111 z nich jsou látky těkavé a nejméně 48 z nich ovlivňují výslednou vůni vosku. Z kvantitativního hlediska nejvýznamnějšími složkami jsou nasycené a nenasyčené monoestery a diestery nasycených a nenasyčených uhlovodíků, volných mastných kyselin a hydroxypolyesterů.

Bylo zjištěno 21 složek, které tvoří více než 1 % podílu vosku. Dohromady tvoří 56 % podílu vosku. Hlavními složkami jsou alkylestery mastných kyselin (cca 72 %, zejména myricylester kyseliny palmitové), dále kyselina cerotová a neocerotová. Hlavními alkoholy jsou myricylalkohol a cerylalkohol. Zbylých 44 % tvoří komponenty (zastoupeny v malém množství), které se významně podílejí na fyzikálních vlastnostech vosku. (16)

3.3.1.2 Vznik vosku

Vosk je produktem dělnice včely medonosné ve 12. až 18. dni jejího života. Včela potí vosk na tzv. voskových zrcátkách, jež jsou umístěny na spodní straně 3. - 6. článku zadečku. Chitinová stěna zrcátek je tvořena mikroskopickými otvory,

z nichž po zvýšené námaze tryská sekret jako čerstvý vosk. Ten na vzduchu tuhne a přebírá tvar zrcátka. Šupinka, která se odloupne, zůstane i přesto částečně zasunutá pod přečnívajícím okrajem vedlejšího článku zadečku. Šupinka je silná cca 0,5 mm a její hmotnost se pohybuje v rozmezí 0,8-2 mg. Produkce vosku je vysoce energeticky náročná. Ke vzniku 1 kg vosku včela musí spotřebovat 3,5- 10 kg medu a přibližně 50 g pylu.



Obr. 3-1 Včela medonosná (17)

3.3.2 Čínský vosk

Je znám také pod názvy čínský stromový vosk nebo čínský hmyzí vosk. Je to bílá až žluto-bílá, rosolovitá, ve vodě nerozpustná látka. Vosk je vylučován určitými druhy hmyzu. Obsahuje cerotinan cerylový ($C_{24}H_{65}O \cdot OC_{27}H_{53}$). Je podobný vorvaňovině, ale je pevnější, více se drolí a má vyšší bod tání. Hmyz rodu červců (*Ceroplastes* *Ceriferus* převážně v Číně a Indii a *Ericelus Pela*, běžně v Číně a Japonsku) parazituje na větvích některých druhů stromů. Hmyz a jeho sekrety jsou sklizeny a vařeny s vodou do vzniku čistého



Obr. 3-2 Čínský vosk (18)

extraktu. Těla hmyzu, která klesnou na dno, jsou použita jako krmivo pro prasata. Čínský vosk se používá k výrobě leštidel, tmelů, svíček. Může být použit také pro medicínské účely. (18)

3.3.3 Vorvaňovina

Vorvaňovina neboli spermacet je voskovitá substance vyplňující postranní dutiny lebečních kostí kytovců rodu vorvaňů a také některých druhů plýskavic. Získává se hlavně lovem vorvaně tuonosého (*Physeter macrocephalus*). Surová vorvaňovina má nahnědlou barvu, krystalickou strukturu a její bod tání se pohybuje v rozmezí 43-46 °C. Je to směs esterů mastných kyselin a alkoholů. Tato hmota se rafinuje na chemicky čistou sloučeninu kyseliny cetylové a cetylů. Je ve vodě nerozpustná. Rozpouští se ve vroucím lihu, étheru a těkavých olejích. Používá se k výrobě mýdel, mastí a v parfumerii. (19)

3.3.4 Karnaubský

Tento přečištěný vosk získávaný z listů brazilské tropické palmy je také znám pod označením E903. Je to světle žlutá až světle hnědá tvrdá, křehká, třpytivá látka s příjemnou vůní. Jeho hlavním podílem jsou estery mastných kyselin (80-85 %), mastné alkoholy (10-16 %), kyseliny (3-6 %) a uhlovodíky (1-3 %). Nejsou známy žádné jeho nežádoucí účinky. Velké uplatnění nachází v potravinářském průmyslu.



Obr. 3-3 Karnaubský vosk (15)

Používá se k vytvoření lesklého povrchu u ovoce, zeleniny a cukrovinek. Zabraňuje ztrátám vody a vlhkosti, čímž prodlužuje trvanlivost potravin. (20)

3.3.5 Lanolin

Lanolin, tzv. vlněný tuk je výměšek tukových žláz ovcí. Je rozprostřen po celém rounu v množství 12-47 %. Dodává vláknům hladkost a pružnost, zabraňuje zcuchání a zplstění a odpuzuje vodu. Tím poskytuje ovcí větší ochranu proti nepohodě. Skládá se z esterů vyšších alkoholů s vyššími mastnými



Obr. 3-4 Lanolin (37)

kyselinami, volných vyšších alkoholů, mastných kyselin a uhlovodíků. Většina těchto látek je voskovité konzistence. Z mastných kyselin jsou zde zastoupeny např. kys. palmitová $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$, stearová $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$ a myristová $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$; z alkoholů cetylalkohol $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{15}\text{OH}$, karnaubylalkohol $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{23}\text{OH}$ a cholesterol (cholesterol $\text{C}_{27}\text{H}_{45}\text{OH}$) apod. Vlněný tuk je zmýdelnitelný a z vlny se odstraňuje ve formě emulze nebo rozpuštěním v organických rozpouštědlech. Dobře vypraná vlna nesmí obsahovat více než 0,8-1 % tuku, protože vyšší obsah tuku by nepříznivě ovlivňoval mechanické zpracování vlny. Tuk však nesmí být odstraněn beze zbytku, neboť by vlna ztratila své elastické vlastnosti. (21)

3.3.6 Parafin

Parafin je bílá, v surovém stavu nažloutlá až nahnědlá amorfni směs vyšších nasycených alifatických uhlovodíků zvaných též alkany $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$. Nejjednodušší molekulou alkanu je metan CH_4 , plyn pokojové teploty. Těžším zástupcem je např. oktan C_8H_{18} , minerální olej za pokojové teploty. Tuhé molekuly parafinu se nacházejí od $\text{C}_{20}\text{H}_{42}$ do $\text{C}_{40}\text{H}_{82}$. Parafin je bez chuti a zápachu, ve vodě je nerozpustný. Rozpouští se



Obr. 3-5 Parafin (38)

v etherech, benzenu a některých esterech. Lehce hoří. Získává se destilací ropy nebo krystalizačním odparafinováním hnědouhelného dehtu, dále se může vyrábět katalytickou syntézou. Poprvé byl z dehtu izolován Karlem Ludwigem von Reichenbachem v roce 1830. Bod tání parafinu se pohybuje od 42 °C přibližně do 68 °C i výše. Jeho hustota je přibližně $0,9 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$. Pro jeho snadnou tavitelnost a tvárnost, vodě-odpudivost, tepelně-izolační vlastnosti se využívá v mnoha průmyslových odvětvích. Používá se k výrobě svíček, k impregnaci stavebních prvků a dřeva, dále nachází využití v kosmetice, lázeňství, nebo také jako ochrana střeliva dynamitových patron před vlhkostí. (15) (18)

3.4 Princip techniky

Vzor na textilií vzniká kreslením horkým tekutým voskem. Ke kreslení se používají štětce, tiskátka nebo také malá konévka tjan-ting. Právě její hrdlo určuje tloušťku stopy. Vosk se nanáší na textilií v takovém množství, aby prosákl také do rubní strany. Pouze dostatečným nasáknutím vosku do textilie se zamezí proniknutí barviva

do vzorovaných míst. Je možné vzorovat také vícebarevně. Zde se mezi jednotlivými barvenými nanáší vosk na další místa materiálu. Nesmí se barvit za varu, protože vosk by se v lázni rozpustil.

Ke vzorování se používá speciální batikovací vosk, což je směs parafínu a včelího vosku v určitém poměru. Nedoporučuje se používat samotný parafín ani samotný včelí vosk. Také se nedoporučuje použití barevných vosků, protože na materiálu mohou zanechat nežádoucí barevné stopy. Nanesená vrstva vosku je velice křehká a při manipulaci může docházet k popraskání. Toto popraskání může být u některých technik batiky žádoucí, protože pronikáním barviva do prasklin vzniká žilkování.

Vosk se rozehtívá v plechové nádobě ve vodní lázni. Zabrání se tím přehřátí nebo dokonce vznícení vosku, ke kterému by mohlo dojít při ohřívání vosku přímo na plotýnce. Dobře rozehtívá vosk vytváří tah, který se nerozpívá. Chladný vosk zůstává na povrchu látky a zanechává mléčnou neprůhlednou stopu. Barvit se dá okamžitě, protože vosk schne na látce velice rychle. V případě vícebarevných vzorů, je však nutné začít s dalším nanášením vosku, až když je předchozí barva úplně suchá. Velice důležité je upozornění, že s voskem nikdy nepracujeme na přímém slunci a ani se nesnažíme proces sušení urychlit. Vosk se teplem taví a vytvořená malba by na slunci nebo pod fénem mohla zmizet.

Odstraňování vosku se provádí několika způsoby. Nejdříve se oddrolí největší kusy a poté se začíná s odžehlováním. Na starší deku se položí dvojité vrstvy novin, na ně obarvený materiál a poté opět dvojité vrstvy novin. Promaštěný papír často měníme, aby se roztavený vosk do látky už zpět nedostal. Dalším způsobem je přelívání materiálu horkou vodou. Do větší nádoby se vloží obarvený materiál, který se poté zalije vařící vodou. Vosk se postupně rozpustí. Tento postup lze opakovat několikrát, avšak horká voda je velice nešetrná k některým druhům barviv. Některé méně kvalitní barvy mohou ztratit na intenzitě. Další možnost odstranění vosku je použití technického benzínu. Houbičkou nebo hadříkem namočeným v benzínu se látka potírá až do doby, než úplně změkne. (13)

3.5 Chemická charakteristika techniky

Při voskové technice je využíváno láznového způsobu barvení, barvicím médiem je zde voda. Ve vodě se barvivo rozpouští (pomocí hydrofilních skupin $-\text{SO}_3\text{Na}$, $-\text{COOH}$), je obsaženo ve vodní lázni a vlivem afinity k vláknu se adsorbuje na povrch. Poté se difunduje do mezimolekulárních prostor. Afinity je způsobena polárními skupinami $-\text{OH}$, $-\text{COOH}$, které jsou silně přitahovány ke skupinám vody. Textilie se smáčí. Smáčivost textilie je podmínkou, aby se barvivo dostalo k vláknu. Voda, jako silně polární rozpouštědlo, způsobuje také rozvolnění vazeb mezi polymerními řetězci celulózy. Toto bobtnání usnadňuje difúzi barviva do vlákna. Vosk jako nepolární látka výrazně omezí přitahování látky substrátem - textilie se nesmáčí. Vosk vytvoří membránu mezi textilií a ve vodě rozpuštěným barvivem. Barvivo do vlákna nepronikne. (12)

4 Laserová technologie

Laser v loňském roce oslavil 50 let své existence. Od té doby pronikl do všech odvětví lidské činnosti. Hlavní využití nalézá nejen v průmyslu, ale i v medicíně, vědě a výzkumu, elektronice, zábavním průmyslu ale i ve zcela běžných věcech každodenní potřeby jako jsou např. laserová ukazovátka, počítačové CD-ROM mechaniky apod.

Slovo laser je zkratka pro termín „zesilování světla stimulovanou emisí záření“. Pochází z anglického názvu Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation. Laser obecně označuje optický zesilovač, který generuje elektromagnetické záření (světlo) pomocí procesu stimulované emise fotonů. Princip vychází ze zákonů kvantové fyziky a termodynamiky. (22)

4.1 Laserová technologie v textilním průmyslu

V textilním průmyslu nachází laserová technologie největší uplatnění v řezání vzorků či jednotlivých oděvních dílů. Řezání pomocí laserového paprsku je velice rychlé, přesné a jednoduché. Jeho výhodou je, že na rozdíl od stříhání nebo řezání nezanechává na materiálu nepřesné a roztřepené okraje. Při řezání syntetických materiálů se zároveň zataví okraje tkaniny, čímž nedochází k páráni a zatavený okraj nepůsobí rušivě.

Novinkou v textilním průmyslu se staly povrchové úpravy vláken a vzorování textilního výrobku. Vytvořený dekor je velice trvanlivý, nerozrušitelný. Vzorování a značení textilních produktů pomocí laserového paprsku vzniká v jednom kroku, dá se použít na již konečný, hotový výrobek a nevyžaduje aplikování inkoustů, pigmentů či jiných barevných prostředků na rozdíl od obvyklých technologií. Vzory vytvořené pomocí koncentrovaného laserového paprsku vznikají odpařením, natavením, roztavením či úplným spálením povrchové vrstvy textilního materiálu. Mezi další výhody vzorování laserem patří velká rozlišovací schopnost, jež dovoluje produkci velice jemných obrazů, které jsou jinými metodami v podstatě nedosažitelné. Na textilních materiálech se tak dají vytvářet unikátní vzory, které se dají použít jak pro individuální tak pro sériovou výrobu. Díky laserové technologii je možné vytvářet v podstatě veškeré grafické motivy od textu, firemních znaků, složitých kreseb, fraktálních vzorů, fotografií až po 3D efekty. (23)

4.2 Rozdělení laserů

Lasery se dělí do mnoha kategorií, a to podle aktivního prostředí, vlnové délky záření, délky generovaného impulsu, typu kvantových přechodů a typu čerpání. (24)

4.2.1 Aktivní prostředí

V závislosti na použitém laserovém prostředí mohou lasery produkovat záření různé barvy (vlnové délky). V zásadě rozlišujeme tyto druhy laserů:

- Plynové lasery – Nejdůležitější jsou CO_2 lasery a excimerový laser (odvozeno od „Excited Dimer“ ArF, KrF, XeCl). Kromě toho existuje ještě helium-neonový, argon-iontový a jodový laser.
- Kapalinové lasery – Laserovým médiem je roztok barviva, díky němuž může být barva laserového světla měněna v širokém rozmezí.
- Pevnolátkové lasery – Nejznámější je YAG laser. Využívá syntetický monokrystal yttrium-aluminiového granátu, ve kterém jsou některé yttriové ionty nahrazeny neohmovými.
- Polovodičové / diodové lasery – Nejmladší typy laserů, u kterých k účinnému vytváření světelného paprsku dochází v laserovém prostředí s velmi malým objemem

4.2.2 Vlnová délka záření

Podle vlnové délky, kterou má dané laserové záření, dělíme lasery takto:

- Infračervené lasery
- Lasery viditelného pásma
- Ultrafialové lasery
- Rentgenové lasery

4.2.3 Délka generovaného impulsu

Podle délky pulsu, kterou má dané laserové záření, dělíme lasery do těchto kategorií:

- Kontinuální lasery
- Pulzní ns
- Pulzní ps/fs

4.2.4 Typ kvantových přechodů

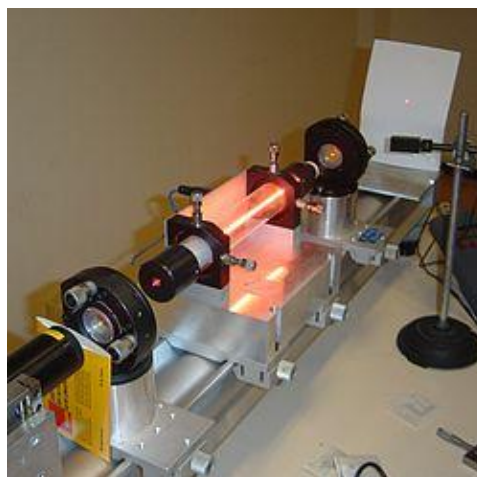
Podle typu kvantových přechodů (energetických hladin zúčastněných při laserovém kvantovém přechodu) rozlišujeme:

- Molekulární lasery
- Elektronové lasery
- Jaderné lasery

4.2.5 Typ čerpání

Podle typu buzení rozlišujeme lasery buzené:

- Opticky (světlem)- Nd: YAG, vláknové lasery
- Elektrickým výbojem – CO₂, He-Ne, excimerové lasery
- Injekcí nosičů náboje (elektrickým proudem) – laserové diody
- Chemicky – chemické lasery používané v armádě
- Elektronovým svazkem
- Tepelnými změnami
- Rekombinací



Obr. 4-1 Helium-neonový laser (15)

5 Experimentální část

5.1 Použitá textilie

Byl použit materiál SARA. Je to nepotíštěná 100% bavlněná textilie, tkaná v plátňové vazbě o plošné hmotnosti $145 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$. Osnova obsahuje 220 nití /10 cm a útek 260 nití /10 cm.

5.2 Použité chemikálie a rezervační prostředky

5.2.1 Pap

Pap by měl mít přibližně toto složení: (4)

- Bílá hlínka malířská – Hydrát křemičitanu hlinitého $\text{Al}(\text{SiO}_4)_3 \cdot n \text{H}_2\text{O}$, plnidlo (25)
- Arabská guma - Je pryskyřice získávaná z mízy některých druhů akácií, pojidlo (25)
- Octan olovnatý - $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$, slouží k impregnaci (15)
- Siřičitan olovnatý – (PbSO_3) , konzervace (15)
- Modrá skalice – síran měďnatý $(\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O})$, konzervace (15)
- Mast – tuk, vepřové sádlo (25)
- Kamenec – síran hlinito-draselný $(\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O})$ nebo síran hlinito-amonný $(\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O})$ – desinfekční účinky (25)

5.2.2 Chemikálie

K experimentu je zapotřebí těchto chemikálií:

Indigo fy Fischer

38% NaOH	hydroxid sodný 38 procentní
$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$	dithioničitan sodný
CH_3COOH	koncentrovaná kyselina octová
NaCl	chlorid sodný

5.2.3 Vosk a parafiny

K experimentům byly použity dva druhy parafinů a včelí vosk. První byl zakoupen ve formě malých pecek a jeho teplota tání je 48-50 °C. Druhý, ve formě bloku, má teplotu tání 52-54 °C. Včelí vosk byl zakoupen ve formě svíček, u kterých byla experimentálně zjištěna teplota tání 72-75 °C.

5.3 Barvení – aplikace indiga

K barvení indigem byl zvolen postup pedagoga a textilního výtvarníka Dr. Richarda Klaudy, který se osvědčil již při experimentálních pokusech sl. Michaly Moravcové (23) v její diplomové práci Odbarvování textilií působením laserového záření. Tento již osvědčený pokus jsem aplikovala na bavlněný materiál SARA.

Uvedená receptura pro laboratorní podmínky se skládá z matečné kypa a barvicí kypy.

Matečná kypa obsahuje

- 1,2 g syntetického indiga
- 1,2 ml NaOH (38%)
- 300 ml H₂O
- 0,75 g Na₂S₂O₄

Barvicí kypa obsahuje

- 600 ml H₂O
- 4,8 ml NaOH (38%)
- 2,4 ml Na₂S₂O₄
- 30 g NaCl

Postup

Do skleněné nádoby bylo odváženo 1,2 g syntetického indiga. Jako smáčedlo bylo použito dvou kapek Jaru, prostředku na mytí nádobí. Za stálého míchání byla postupně přilévána vlažná voda. Po té byl pomocí pipety přidán koncentrovaný roztok hydroxidu sodného. Za stálého míchání a zahřívání na teplotu 50 °C byl přisypán dithioničitan sodný. Teplota 50 °C byla udržována dalších 20 minut. Aby došlo ke zkypování, je nutné roztok stále míchat. Nesmí se vytvořit pěna. Požadovaná kypa má zelenožlutou barvu, jak dokládá fotodokumentace.



Obr. 5-2 Matečná kypa



Obr. 5-1 Kypa určená pro barvení

Matečná kypa se odstaví a začne se s přípravou barvicí kypy. Do 600 ml vlažné vody se přidá nejprve hydroxid sodný a poté dithioničtan sodný. Následně se odváží chlorid sodný, který je nutné dobře v lázni rozpustit. Toho se docílí mícháním. Poté, za stálého míchání je nalita matečná kypa. Roztok musí mít zelenožlutou barvu a po kápnutí na skleněnou plochu musí změnit svou barvu postupně až na sytě modrou. Také je vhodné si ověřit pH roztoku indikátorovým papírkem. PH je přibližně 10. S takto správně připraveným roztokem je možné začít barvit. Ponor jednoho vzorku trval ve všech případech 30 minut. Velice opatrně a slabě se se vzorkem míchá, do lázně se nesmí dostávat vzduch. Poté se vzorky ihned vypírají ve studené vodě, následně v lázni s přidavkem koncentrované kyseliny octové při poměru lázně 1:1000. Při procesu vypírání je velice rychle znatelná změna barvy. Následuje 10 minutové praní ve 40 °C lázni s obsahem pracího prostředku při poměru lázně 1:1000. Vyprané vzorky se rozloží a nechají se volně uschnout.



Obr. 5-3 Obarvená tkanina

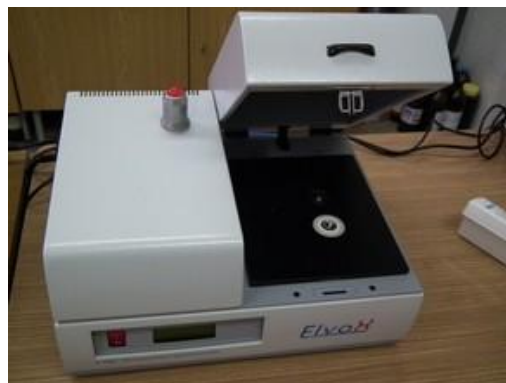
Tímto způsobem byly obarveny vzorky pro experiment s vypalováním vzoru na textilií laserem.

5.4 Použitá zařízení a metody

Pro experimenty byly použity tyto přístroje a software

5.4.1 Prvková analýza „papu“ pomocí rentgenově fluorescenčního spektrometru ELVAX II

Energiově disperzní rentgenový fluorescenční spektrometr ELVAX II je určen pro rychlou, ryze prvkovou, nedestruktivní, kvalitativní a v konkrétních případech i kvantitativní analýzu různorodých vzorků. Metoda rentgenové fluorescenční spektrometrie je vhodná pro vzorky v pevném i kapalném stavu např. pro slitiny kovů, drahé kovy, prášky, těžší prvky v plastech, roztoky a jiné. Výhodou je možnost analyzovat prvky současně od nejnižších koncentrací (kromě nejlehčích prvků jednotek a desetin $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) až po desítky % obsahu základních prvků. Nevýhodou jsou silná meziprvková ovlivnění vyžadující použití matričních referenčních materiálů pro kalibraci. Přístroj umožňuje analyzovat prvky od hliníku až po uran a do vzorkovacího pole je možné umístit vzorek o rozměrech $10 \text{ cm} \cdot 10 \text{ cm} \cdot 5 \text{ cm}$. (26)



Obr. 5-4 Rentgenově fluorescenční spektrometr ElvaX II (26)

Na vzorek se působí rentgenovým zářením, případně γ zářením z vhodného izotopu, což vede k vybuzení charakteristických spektrálních čar prvků vzorku, následuje monochromatizace vybuzeného záření, detekce záření a nakonec se vyhodnocuje rentgenfluorescenční spektrum. Sekundární (fluorescenční) záření v sobě nese informaci o kvalitativním prvkovém složení vzorku (vlnové délky, resp. energie spektrálních čar) a kvantitativním složení vzorku (četnosti fotonů resp. intenzity daných spektrálních čar). Podle zpracování sekundárního záření se spektrometry dělí na vlnově disperzní (WD XRF) a energodisperzní (ED XRF). Pomocí detektoru jsou dopadající fotony rentgenova záření převáděny na napěťové pulsy, které jsou dále zpracovány vyhodnocovací elektronikou. (27)

5.4.2 Analýza obrazu ImageJ

Program ImageJ je volně dostupný a byl vyvinut společností National Institutes of Health určený pro zpracování a analýzu obrazu. Program je založen na programovacím jazyce Java a umí počítat plošné a pixelové statistiky v uživatelem definovaném výběru. Umožňuje měřit vzdálenosti a úhly, dokáže vytvořit histogramy a čárové profily. Podporuje standardní funkce zpracování obrazu, jako jsou logické a aritmetické operace mezi obrazy, manipulace s kontrastem, konvoluce, Fourierovu analýzu, ostření, vyhlazování, detekce hran a mediánové filtrování. ImageJ umí provádět geometrické transformace obrazu, jako jsou změny měřítka, rotace nebo překlopení. Prostorová kalibrace umožňuje měřit rozměry objektů v jednotkách, jako jsou např. milimetry. Dostupná je také kalibrace hustoty nebo rozsahu šedé barvy. (28)

5.4.3 Měření barevnosti na přístroji Datacolor SF 600

Pro měření barevnosti vzorků ozářených laserem byl použit spektrofotometr Datacolor SF 600 od fy Datacolor s těmito parametry:

Spektrální rozsah: 360 – 700 nm

Světelný zdroj: pulzní xenonové výbojky

Datacolor změří remisní křivky, z nichž se vypočítají K/S hodnoty. Relativní barevné síly - síly odstínu (K/S) se stanoví na základě Kubelka – Munkovy rovnice. (29) (23)

$$K/S = (1-R)^2 / 2R$$

K...koeficient absorpce barviva na λ_{\max}

S...koeficient rozptylu na λ_{\max}

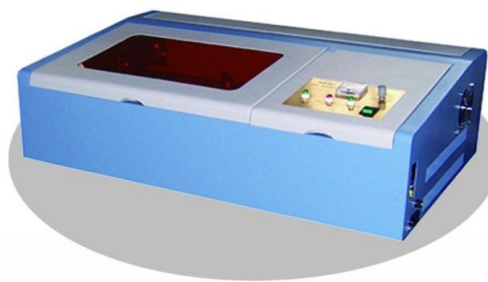
R...remise odraženého světla na λ_{\max}



Obr. 5-5 Datacolor SF 600 (39)

5.4.4 Laser Engraver WK40

Laserové rytí nebo laserové značení, v praxi umožňuje vyryt nebo naznačit objekt. Při této technice odpadá použití inkoustů nebo také předmětů, které se přímo dotýkají povrchu materiálu a čímž se mohou snadno opotřebovat. Tento laser je vhodný pro malé vzory, často se používá k výrobě razítek. Vzor je možné vypalovat na přírodní materiály, kovy, lakované kovy, plastické hmoty, kameny, sklo a také přímo na šperky. Grafickým programem je Newlydraw1. Buzení probíhá elektrickým výbojem. Laser je poháněn



Obr. 5-7 Laser engraver WK 40 (30)

krokovým motorem. Typem laserové trubice je



Obr. 5-6 Detail na trysku laseru (18)

CO₂ hermeticky uzavřený ve skle. Velikost vypalovaného vzoru může být až 200 mm · 150 mm. Maximální rychlost vypalování je 200 mm · s⁻¹. Tento laser je velice ekonomický a jeho hlavní využití je v malých až středních podnicích. (18) (30) (31)

5.4.5 HP Scanjet 4850

Scanner je hardwarové vstupní zařízení umožňující převedení fyzické 2D nebo 3D předlohy do digitální podoby pro další využití, většinou pomocí počítače. Princip tohoto plochého stolního scanneru formátu A4 je stejný jako například u kopírovacího stroje. Předloha se vkládá na sklo, pod nímž projíždí strojově ovládané snímací rameno. Maximální velikost snímaného obrazu je 220 mm · 310 mm. Rozlišení obrazu se udává v jednotkách DPI, což je počet tiskových bodů na palec.



Obr. 5-8 Scanner HP Scanjet 4850 (40)

DPI znamená jemnost snímacího rastru a s tím spojenou datovou velikost výsledného obrazu. S větším rozlišením se tato velikost zvyšuje. Jeho optické rozlišení je 4800 až 9600 DPI při 48 bitových barvách. Běžně používaná rozlišení se pohybují mezi 1200 až 5900 DPI. (15) (32)

6 Analýza rezervačního prostředku (papu)

6.1 Stanovení obsahu sušiny v papu

Vzorek papu byl nanesen na hodinové sklo, zváženo na laboratorních vahách a poté sušen v sušárně, jejíž teplota byla 105 °C. V časovém intervalu 5 minut byl vzorek ze sušárny vyjímán a opětovně vážen až do doby, než se hmotnost vzorku stala konstantní.

čas [min]	počáteční	Konečná hmotnost	% obsah sušiny	% obsah vody
vzorek 1 [g]	1,35	0,97	48,9	51,1
vzorek 2 [g]	1,28	0,85	48,5	51,5
vzorek 3 [g]	1,45	1,03	48,3	51,7

Tab. 6-1 Obsah vody v papu

Výpočet průměrné hodnoty tuhého podílu složky

$$x=48,6 \%$$

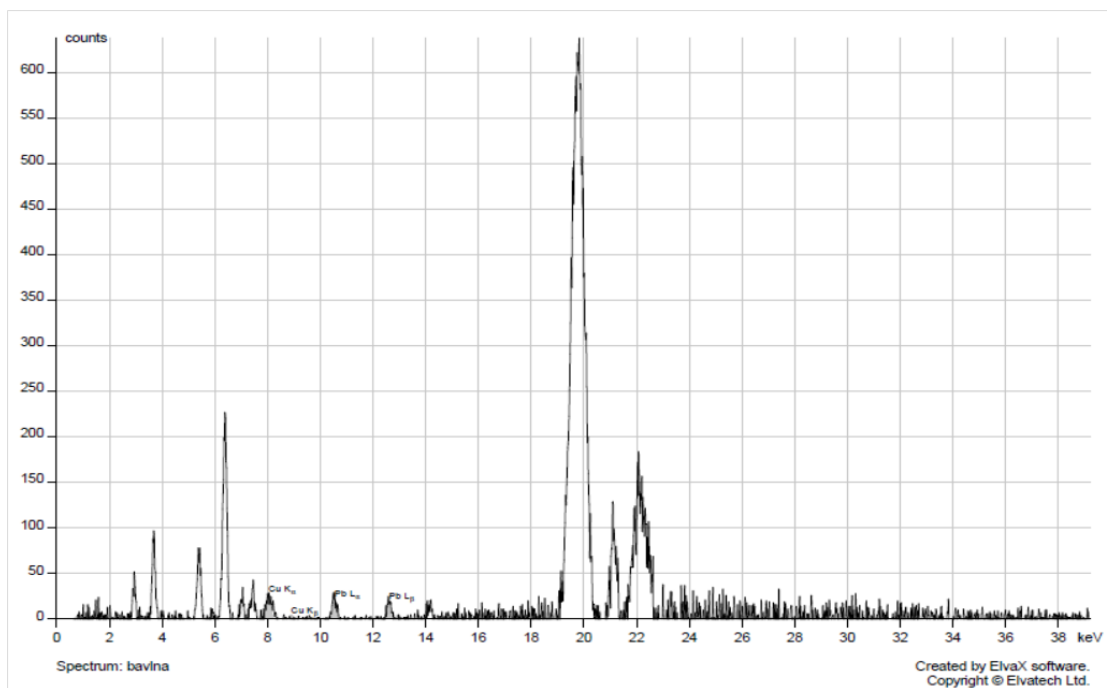
Vzorek papu obsahuje přibližně 51,4 % vody.

6.2 Prvková analýza papu

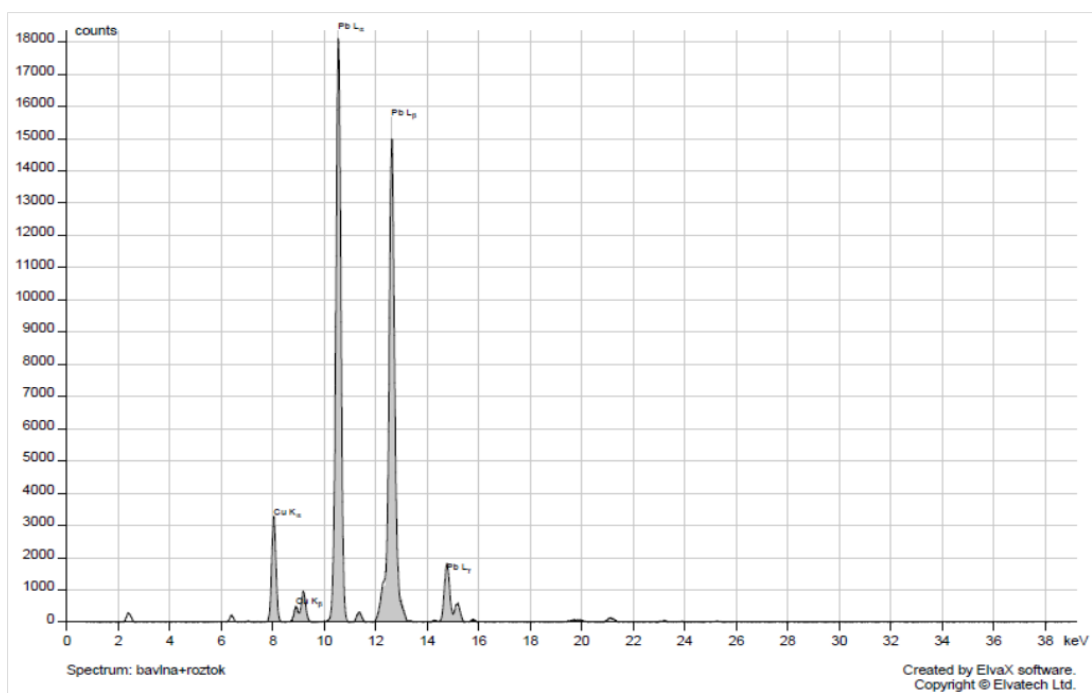
Složení papu je po celá staletí přísně utajováno, proto bylo zajímavým experimentem ověřit, jaké látky se v něm nacházejí. Z historického zdroje víme, že by se především mělo jednat o složky anorganického původu. Proto byla použita metoda rentgenové fluorescenční spektrometrie.

Na vzorku čistě bavlněného vzorku je znát malé množství olova. Usuzuji, že zde bylo zanešeno při manipulaci se vzorky. Pravděpodobně došlo k otření vzorku s rezervačním prostředkem o vzorek čistě bílý.

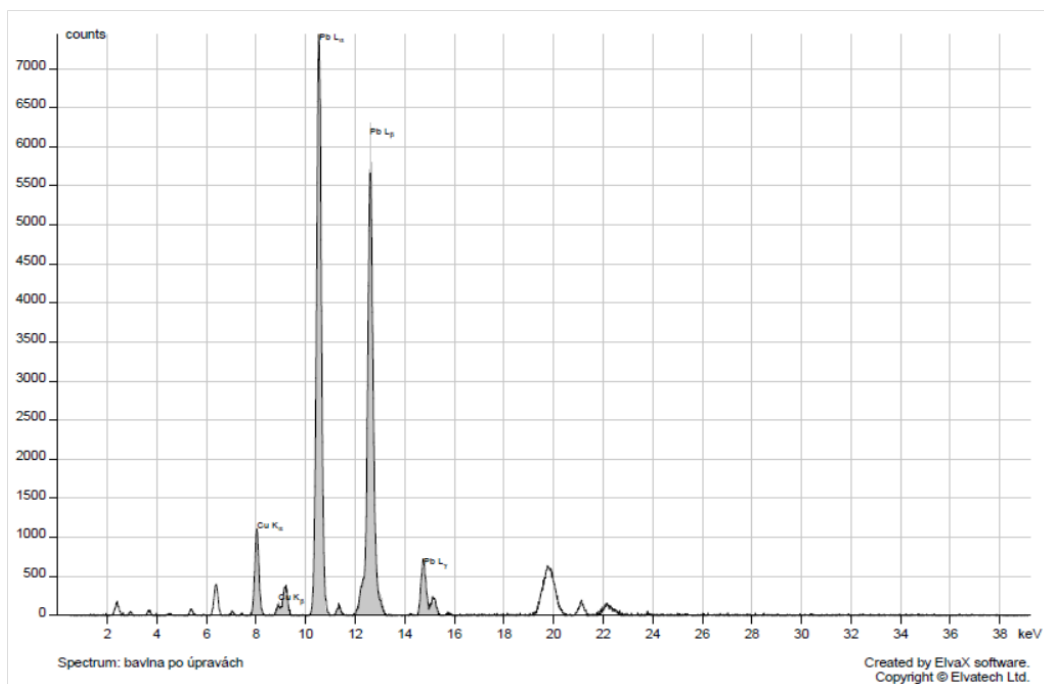
Na vzorku tkaniny s papem přístroj vyhodnotil vysoký obsah olova a mědi. Poté se vzorek obarvil, vypral a spektrometrie se opětovně provedla. Při přepočítání hodnot se zjistilo, že olovo a měď se dají z cca 95 % odstranit.



Graf 6-1 Vzorek bavlny



Graf 6-2 Vzorek bavlny s naneseným papem



Graf 6-3 Vzorek bavlny s naneseným papem, po praní

6.3 Nanášení papu na textilní materiál

Na vzorek bavlněného materiálu o velikosti 5 cm · 5 cm a hmotnosti 0,34 g byl nanesen 1 ml papu. Poté byl vzorek zvážen a vysoušen do konstantní hmotnosti. Bylo zjištěno, že na ploše 5 cm · 5 cm se vyskytuje 0,66 g rezervačního prostředku.

$$\frac{25 \text{ cm}^2}{1 \text{ cm}^2} = \frac{0,66 \text{ g}}{x \text{ g}}$$

$$\frac{25 \text{ cm}^2}{1 \text{ cm}^2} = \frac{0,66 \text{ g}}{x \text{ g}}$$

$$x = 0,026 \text{ g rezervačního prostředku}$$



Obr. 6-1 Pap nanesený na materiál



Obr. 6-2 Pap po zaschnutí



Obr. 6-3 Pap po barvení



Obr. 6-4 Pap po praní

Na obrázcích 6-1 až 6-4 jsou zobrazeny změny papu od počátečního nánosu, přes barvení až po konečné vyprání.

6.4 Vytvoření teplotní řady pro pap

Na vzorky bylo nanášeno injekční stříkačkou 0,5 ml papu na plochu 8 cm². Byl připraven barvicí roztok, který byl následně rozdělen do osmi patron. Teplotní řada byla vytvořena po 10 °C, a to od 20 °C až po 90 °C. Každý vzorek byl barven 30 minut, následně byl vyprán ve studené vodě, následně v lázni s přidavkem koncentrované kyseliny octové při poměru lázně 1:1000 a poté závěrečně máchán opět ve studené vodě.

6.5 Vytvoření koncentrační řady pro rezervační prostředek

Na vzorky byl nanášen injekční stříkačkou rezervační prostředek. Jako nejnižší koncentrace bylo zvoleno 0,3 ml, dále rozmezí postupně vzrůstalo o 0,1 ml, až do 1,2 ml. Byl připraven barvicí roztok, který byl následně rozdělen do deseti patron. Každý vzorek byl barven 30 minut, následně byl vyprán ve studené vodě, následně v lázni s přidavkem koncentrované kyseliny octové při poměru lázně 1:1000 a poté závěrečně máchán opět ve studené vodě. Na fotodokumentaci je vidět nános 0,9 ml rezervačního prostředku ihned po vytažení z barvicí lázně a na vedlejším snímku pak po praní.

7 Vosková rezerva

Jako další alternativa byla zvolena vosková rezerva, a to ověřování tří různých druhů vosků. Jako první byl zvolen parafín ve formě peciček, který byl zakoupen v místní lékárně. Dále byl použit laboratorní parafín ve formě bloku. Jako poslední byl zvolen včelí vosk. Bylo velice problematické jej sehnat v neupraveném stavu, proto jsem zvolila nákup včelích svíček. Ty byly rozebrány a poté rozpouštěny.

7.1 Parafín s teplotou tání 48-50 °C

Tento druh parafínu byl zakoupen v lékárně ve formě malých peciček o hmotnosti 0,025 g. Na hodinové sklo byl položen vzorek bavlněné tkaniny o hmotnosti 0,22 g, na který byl nanesen určitý počet peciček. Na vzorek 1. byly nanесeny 3 pecky, které odpovídají plošné hmotnosti $46,9 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$. U vzorku 2. to bylo 8 pecek, $187,5 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$. Na vzorek 3. bylo nanесeno 13 pecek, které odpovídají hmotnosti $203,1 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$. Tyto vzorky byly paralelně vloženy do sušárny, jež byla předem vyhřátá na 105 °C. Parafín se rozpouštěl velice rychle a rovnoměrně. Po 3 minutách byly vzorky vytaženy, velice rychle došlo k jejich zatuhnutí. Poté byly všechny vzorky paralelně barveny 30 minut při 30 °C již ve známé barvicí lázni. Konečná úprava byla také stejná. Poté se vzorky volně rozložily a sušily na vzduchu. Na rozdíl od rezervačního prostředku se vosk neodstraní pouze praním, ale je nutné jej odstranit žehlením, odmastit benzínem nebo jej mechanicky seškrábat. Byl zvolen první způsob. Žehlička byla nastavena na tři tečky, které odpovídají teplotě 200 °C. K odstraňování vosku se většinou používá savý papír, ale v tomto experimentu byl nahrazen filtračním. Suchý vzorek byl vložen mezi dva filtrační papíry, přezehlen a opět vložen mezi dva čisté papíry. Tento postup byl opakován až do doby, než se vosk úplně odstranil. Poté se všechny vzorky vloží do prací lázně, která obsahuje 1g pracího prostředku na 1000 ml vody. Praní probíhá po dobu 10 minut, následně se vzorky properou pod studenou vodou a nechají se volně usušit.

7.2 Parafín s teplotou tání 52-54 °C

Tento parafín byl ve formě bloku a byl součástí laboratoře. Byla zkoušena technika roztavení vosku v hliníkovém kelímku od paštiky. Kelímek s odřezky parafínu byl vložen do vařící vody. Když je parafín plně roztaven je možné začít s ponořováním vzorků. Vzorek byl uchopen pomocí pinzety a ponořen do kelímku, nejprve z jedné, pak i z druhé strany. Poté byl položen na hodinové sklo do doby, než nános plně zatuhnul. Přesný nános touto technikou nelze koordinovat. Hmotnost bavlněných vzorků před nánosem byla 0,21 g. U všech vzorků byla spočítána plošná hmotnost a to na $175,6 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$, $180,6 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ a $201,3 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$. Dále bylo se vzorky manipulováno stejně jako v předchozím bodě. Vzorky byly barveny při 30 °C 30 minut, následovalo praní ve studené vodě, odstraňování vosku žehlením a nakonec praní v prací lázni.

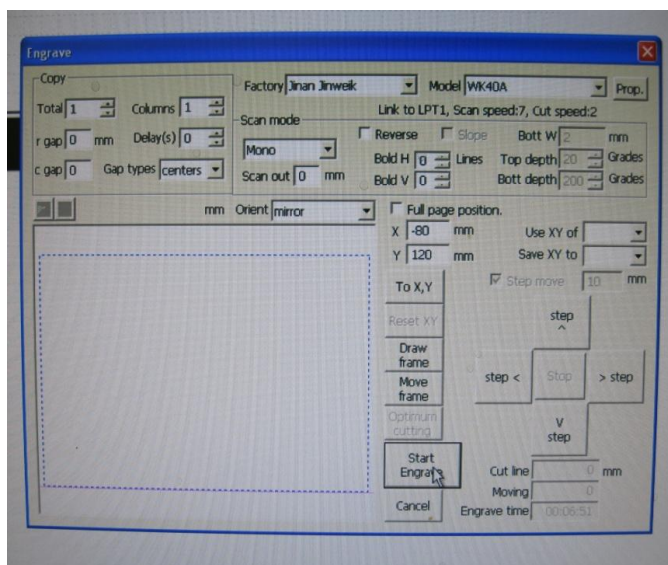
7.3 Včelí vosk s teplotou tání 72-75 °C

Včelí vosk byl zakoupen ve formě točených svíček. Bylo nutné je rozmotat a odstranit knot. K nanášení včelího vosku na vzorky byl zvolen způsob ponořování. Do kelímku byly vloženy kousky vosku, který byl vložen do hrnce s vařící vodou. Opět byly vzorky uchopeny pomocí pinzety a ponořeny do kelímku, následně byly vytaženy a zatuhly na hodinovém skle. Poté byly barveny 30 minut při 30 °C již ve známé barvicí lázni. Poté byly vytaženy, oplachovány pod studenou vodou, následně v lázni s přísadkou koncentrované kyseliny octové při poměru lázně 1:1000 a poté závěrečně máchány opět ve studené vodě. Vosk byl ze vzorků odstraněn žehlením mezi filtračními papíry. Na závěr byly vzorky vyprány v prací lázni o poměru 1:1000 a poté volně rozloženy a sušeny na vzduchu.

8 Ozařování vzorků laserem

Jako alternativa k vytváření vzoru na textilií bylo zvoleno ozařování bavlněného materiálu přístrojem WK40 laser engraver.

V grafickém programu byl vytvořen návrh vypalovaného vzoru, a to obdélníku a vodorovné čáry. Tento návrh byl přenesen do softwaru laseru. Na obrázku 8-



Obr. 8-1 Obrazovka laseru

1 vidíme obrazovku počítače laseru se všemi zadanými potřebnými parametry, určenými k vypalování. Ochranný kryt přístroje se otevře, vzorek materiálu se vloží na kartonovou podložku, kryt se opět zavře. Na obrazovce se zadá příkaz „start engrave“, zapne se paprsek a laser. Paprsek je umístěn ve výkyvné hlavě, která umožní vykývnutí až do úhlu 45 °, vypálí vzor a poté se vrátí zpět do výchozí pozice. Pečlivě se zapisuje intenzita laseru a proudu v mA. Pro zajištění bezpečnosti je dobré vypnout paprsek ještě před otevřením krytu. Kryt se otevře, vzorek se vyjme a vloží se nový. Změní se intenzita laseru a pokračuje se při tvorbě dalšího vzorku. Po vytvoření sady vzorků se začíná s praním. Voda se ohřeje na 30 °C a přidá se do ní prací prášek. Pere se pět minut za občasného míchání. Poté se vzorky properou ve studené vodě a nechají se volně na vzduchu usušit.

Po usušení vzorků následuje měření barevnosti na přístroji Datacolor SF 600. Vzorek se jeden po druhém vloží do přístroje a změří se barevnost na čtyřech místech. Po změření celé sady vzorků se hodnoty remisí přepočítají na hodnoty K/S na základě Kubelka – Munkovy funkce $K/S = (1-R)^2 / 2R$ a zhodnotí se.

K...koeficient absorpce barviva na λ_{\max}

S...koeficient rozptylu na λ_{\max}

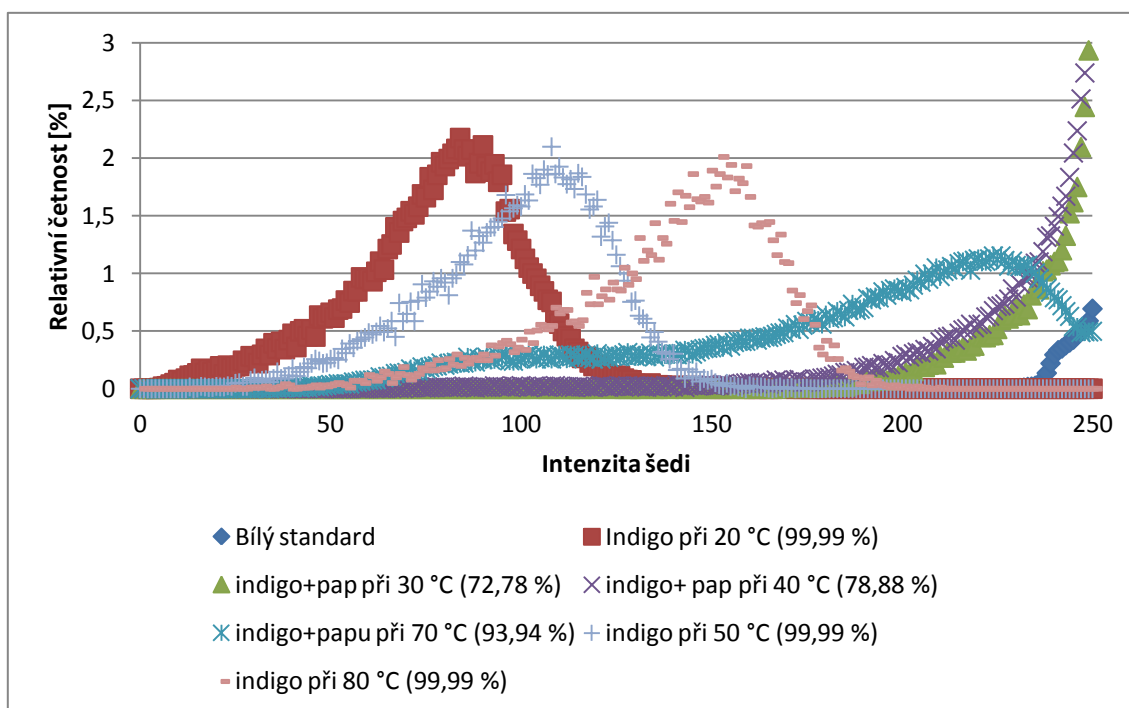
R...remise odraženého světla na λ_{\max}

9 Výsledky a vyhodnocení

Všechny vzorky byly naskenovány na přístroji HP Scanjet 4850 a upraveny na stejnou velikost v programu Zoner Photo Studio 12. Pro zhodnocení všech výsledků byl zvolen program ImageJ, který je volně dostupný a je určený pro zpracování a analýzu obrazu.

Výpočet % zabarvení




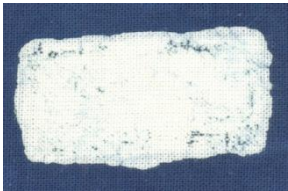
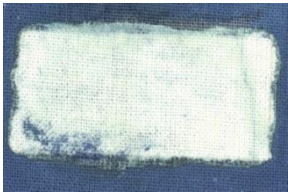
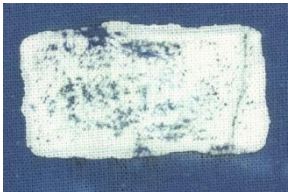


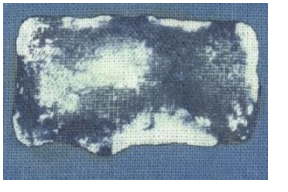

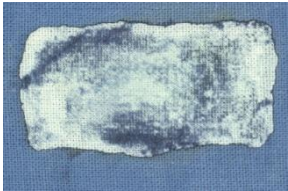

Jako standard byl v programu ImageJ zvolen čistě bílý vzorek. % zabarvení stanoví podíl bodů odlišných od bílé. Jako příklad je uvedeno srovnání bílého standardu se vzorky papu barveného při různých teplotách a se vzorky obarvenými indigem bez rezervy. Graf 9-1 znázorňuje histogramy pro vybrané teploty, s v závorce uvedenými % zabarvení. Výpočet je založen na principu, že všechny body tmavší než bílá jsou „zabarveny“. Matematicky je tento princip realizován rozdílem relativních četností pixelů bílého a testovaného vzorku při dané intenzitě šedi. % zabarvení je spočítáno jako suma přes všechny intenzity šedi. Tento postup výpočtu je velmi přísný, i malé odchylky od bílého standardu jsou vyhodnoceny jako barevná textilie. Tento postup výpočtu byl zvolen, protože cílem experimentů je dosáhnout zcela bílé textilie.


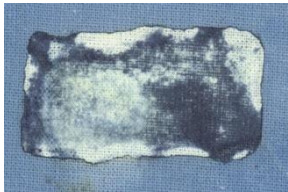
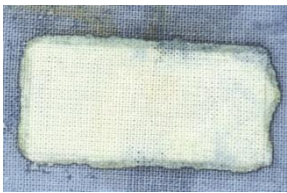
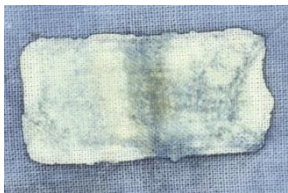


Graf 9-1 Ukázka histogramů pro vybrané teploty, v závorce je uvedeno % zabarvení

9.1 Vytvoření teplotní řady pro pap

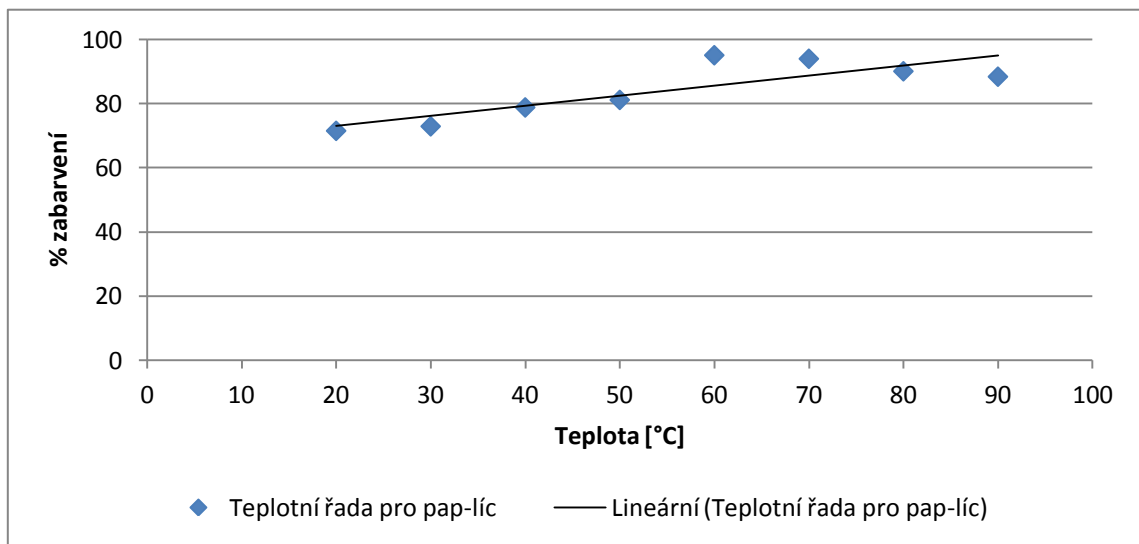
Na bavlněné vzorky byl nanesen pap a poté byly obarveny indigem dle postupu uvedeném v experimentální části. Poté byly výsledky zhodnoceny takto:

Teplota [°C]	Líc	% zabarvení	Rub	% zabarvení
20		71,48		68,03
30		72,88		77,56
40		78,77		81,42
50		81,11		81,94
60		95,04		92,51
70		93,94		91,93

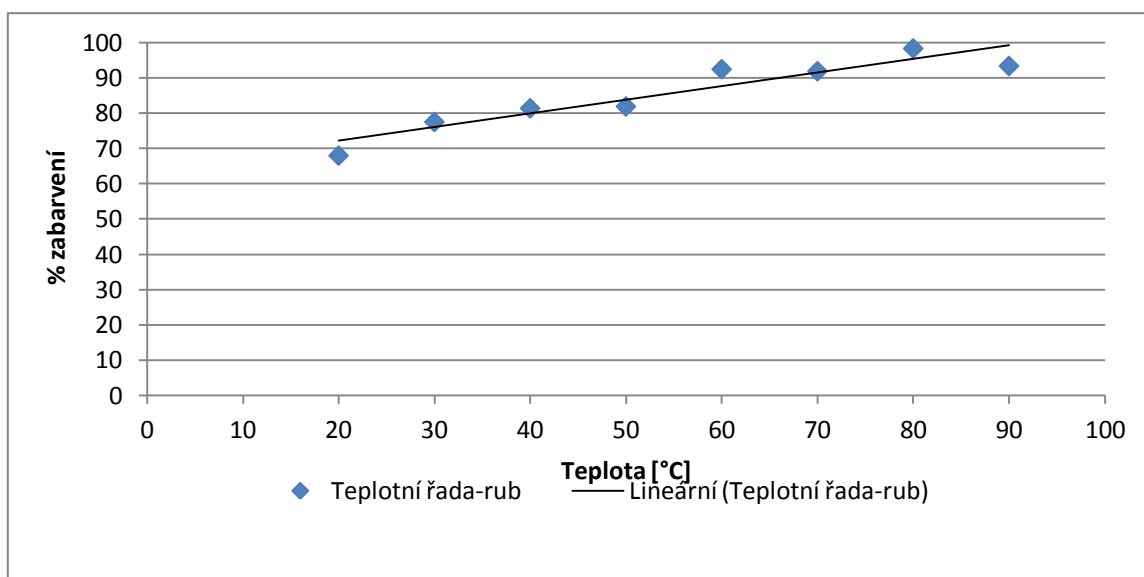
80		90,04		98,38
90		88,35		93,43

Tab. 9-1 Teplotní řada pro pap

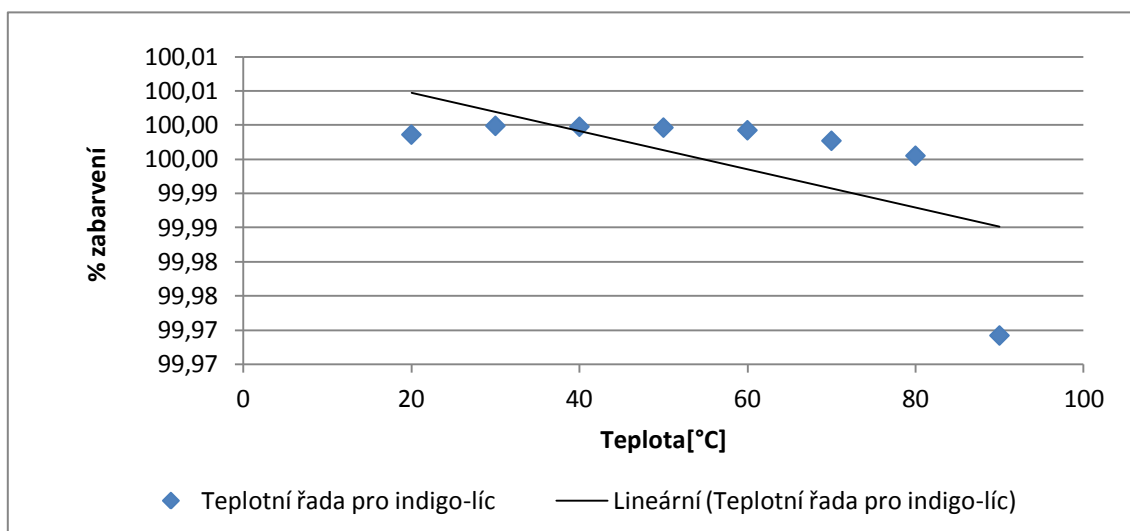
Z tabulky 9-1 je zřejmé, že nejlepších bílých odstínů rezervačního prostředku bylo dosaženo za nižších teplot, tj. 20 °C a 30 °C. Tyto teploty jsou také ideální při barvení indigem. Do 50 °C by technicky bylo možné barvit za uspokojivého výsledku, avšak při vyšších teplotách je pozorováno narušení rezervačního prostředku. Indigo snáze proniká do porušených míst, barví je, což je u našeho experimentu velice nežádoucí. Rezervační prostředek na materiálu dobře nedrží a zároveň se při vyšších teplotách snižuje využitelnost indiga. U teploty 90 °C je patrná taktéž nedostatečně obarvená tkanina indigem což je důkaz toho, že indigem se za vysokých teplot barvit nedá. V grafech jsou tyto teplotní závislosti zachyceny.



Graf 9-2 Teplotní řada pro pap z líce



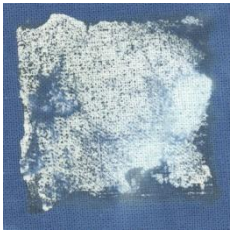
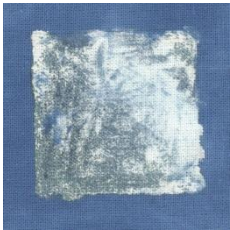

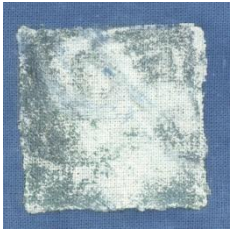
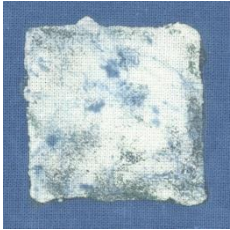
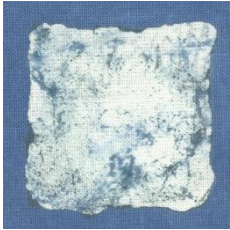

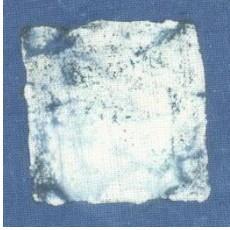


Graf 9-3 Teplotní řada pro pap z rubu




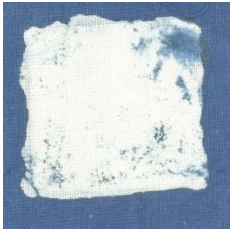
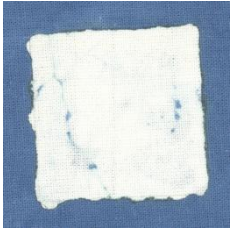
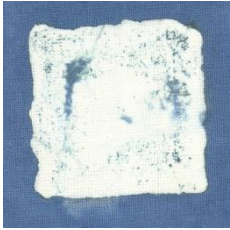






Graf 9-4 Teplotní řada vzorků z líce pro indigo

9.2 Vytvoření koncentrační řady pro pap

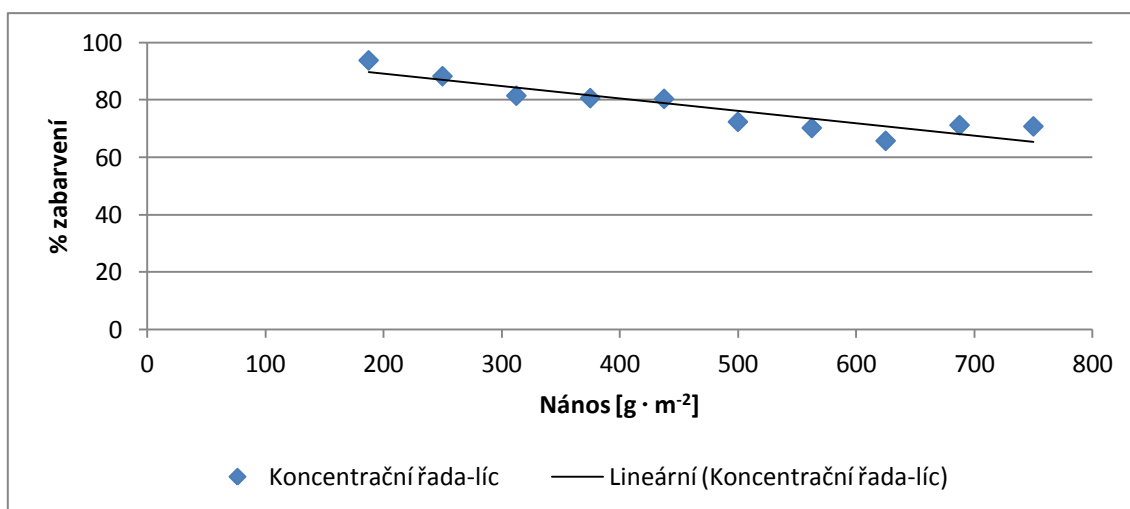
Se vzorky bylo manipulováno dle postupu, který je uveden v experimentální části.

Nános [g · m ⁻²]	Líc	% zabarvení	Rub	% zabarvení
187,5		93,86		75,15
250		88,33		74,16
312,5		81,55		71,28
375		80,70		73,44
437,5		80,45		76,02

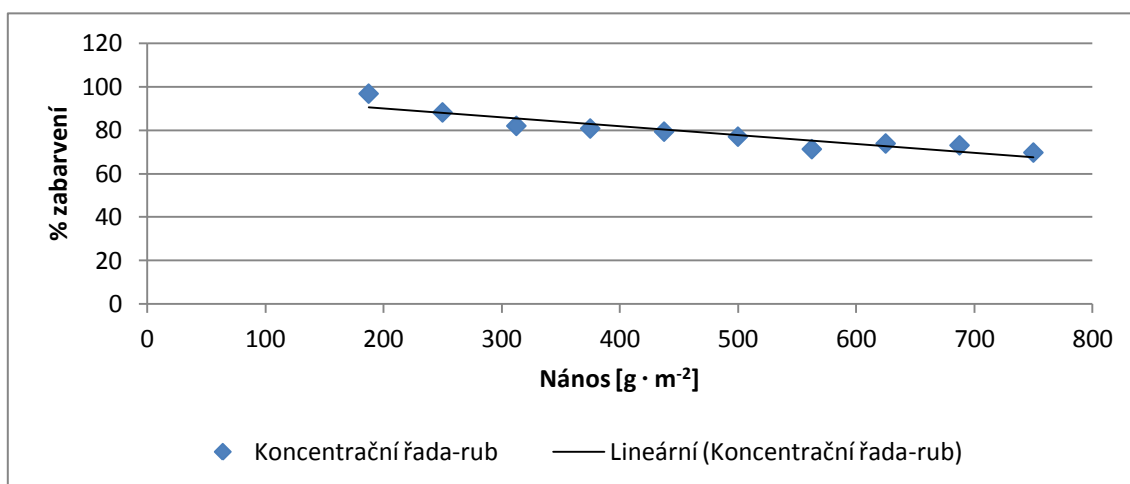
500		72,43		80,88
562,5		70,30		79,25
625		65,81		86,60
687,5		71,28		88,11
750		70,85		99,33

Tab. 9-2 Koncentrační řada pro pap

Při velmi malém nánosu nedochází k plnému proniknutí rezervačního prostředku do vzorku tkaniny. Indigo proniká i do míst s nánosem rezervačního prostředku a barví je. Nános $312,5 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ do je nedostatečný. Při dalších nánosech lze pozorovat lineární zlepšení. Nejlepšího výsledku bylo dosaženo při nánosu $625 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$, avšak nánosy papu $562,5 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$, $687,5 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ a $750 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ lze také považovat za uspokojující. V grafech 9-5 a 9-6 jsou zachyceny výsledky experimentu pro lící a rubní stranu tkaniny.



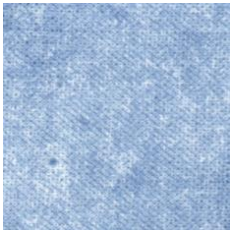
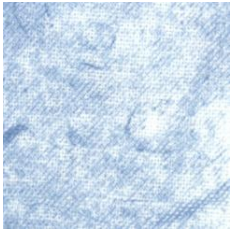

Graf 9-5 % zabarvení lícové strany tkaniny jako funkce množství naneseného papu



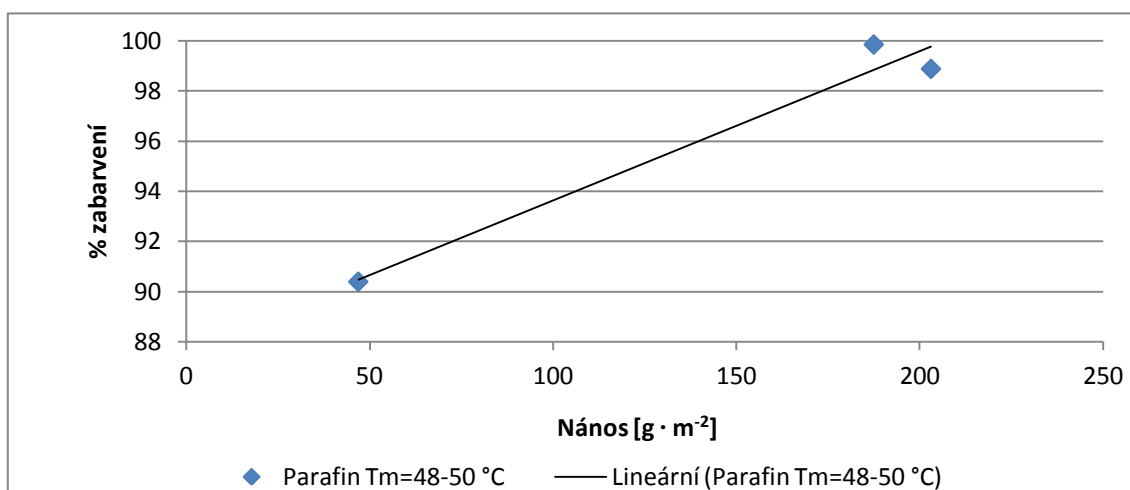
Graf 9-6 % zabarvení rubové strany tkaniny jako funkce množství naneseného papu

9.3 Parafín s teplotou tání 48-50 °C

Parafín byl nanášen tak, jak popisuje experimentální část.

Nános [$\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$]	Vzorek z lící strany	% zabarvení
46,9		90,38
187,5		99,84
203,1		98,87

Tab. 9-3 Parafín $T_m = 48-50\text{ °C}$


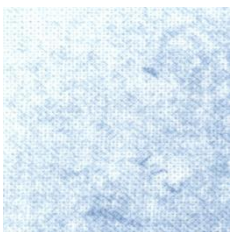
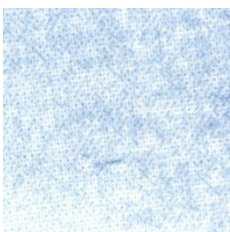


Graf 9-7 % zabarvení jako funkce množství nánosů u parafínu $T_m = 48-50\text{ °C}$

Na vzorcích je znát nedostatečný průnik vosku dovnitř tkaniny. Na vzorcích vznikl jakýsi plísňový efekt.

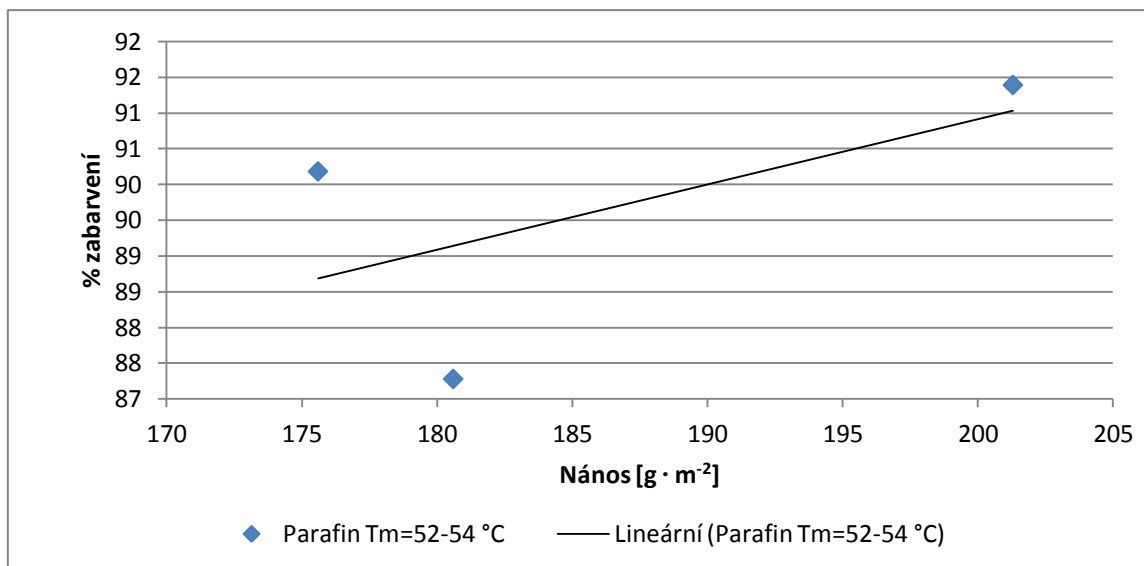
9.4 Parafín s teplotou tání 52-54 °C

Vzorek byl smočen v parafínu tak, jak je uvedeno v experimentální části.

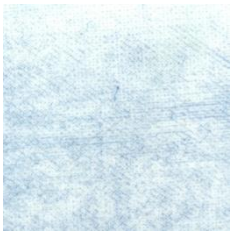





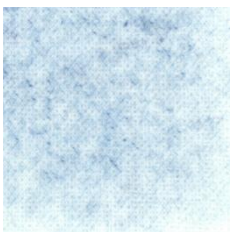

Nános [$\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$]	Vzorek z lícní strany	% zabarvení
175,6		90,19
180,6		87,28
201,3		91,40

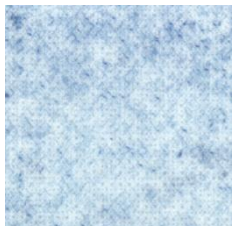

Tab. 9-4 Parafín $T_m=52-54\text{ }^{\circ}\text{C}$

Indigo se dostalo pod voskovou rezervu a dostupná místa obarvilo. Vzorky vynikají plísňovým efektem. Na rozdíl od vzorků předchozího druhu parafínu bylo v experimentu pokračováno a byla ověřována optimální teplota barvení, kterou je možné použít. Uvedené skutečnosti jsou v grafu 9-8 zhodnoceny procentem zabarvení.



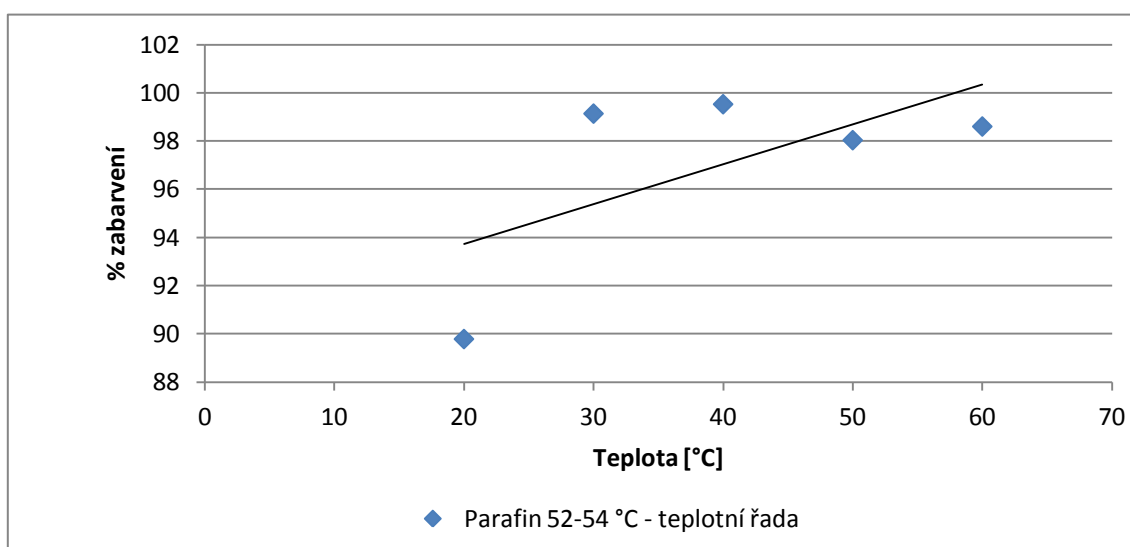
Graf 9-8 % zabarvení jako funkce množství nánosů pro parafin T_m= 52-54 °C

Teplota [°C]	Vzorek s rezervou	% zabarvení	Vzorek bez rezervy
20		89,79	
30		99,14	
40		99,53	
50		98,04	

60		98,61	
----	---	-------	--

Tab. 9-5 Teplotní řada pro parafin s $T_m=52-54\text{ }^{\circ}\text{C}$

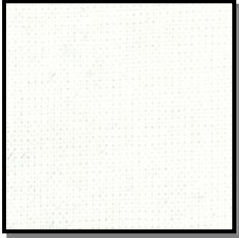
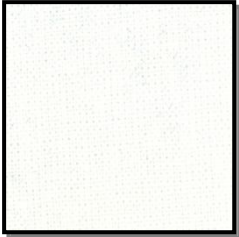

Opět se dosáhlo plíšňového efektu, ani při vyšších teplotách nenastala žádná výraznější změna barevnosti. Teploty 20 a 30 $^{\circ}\text{C}$ jsou pro barvení indigem výborné a při vyšších teplotách dochází k vypírání indiga. Teplotní závislost je uvedena níže.



Graf 9-9 % zabarvení jako funkce teploty pro parafin $T_m=52-54\text{ }^{\circ}\text{C}$

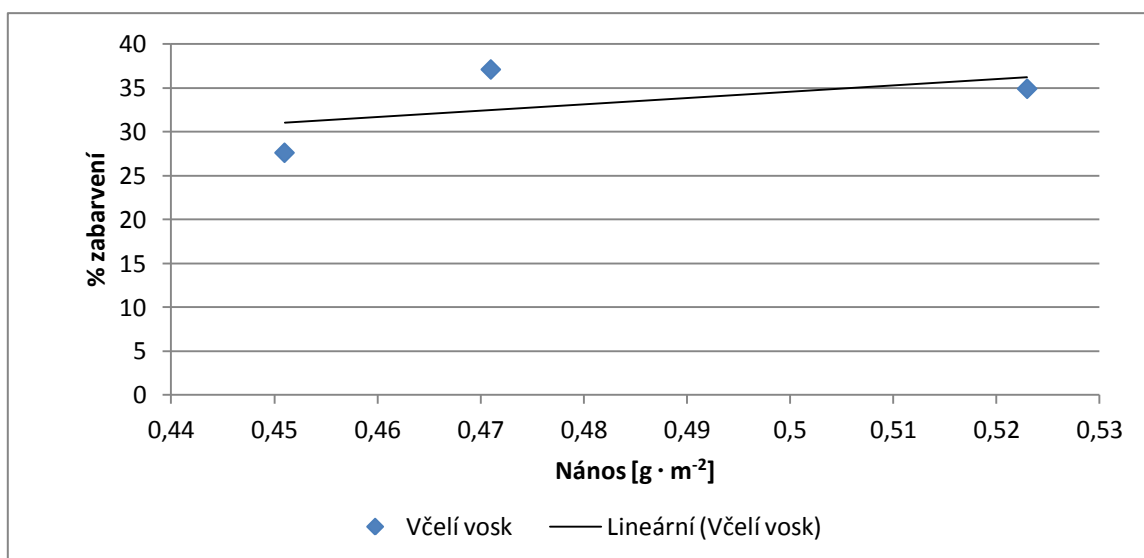
9.5 Včelí vosk s teplotou tání 72-75 °C

Včelí vosk byl na vzorky nanášen tak, jak popisuje experimentální část.

Nános [$\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$]	Vzorek	% zabarvení
281,9		27,63
294,4		37,12
326,9		34,92

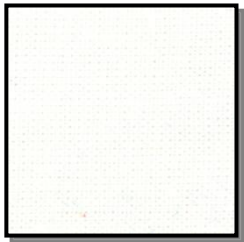

Tab. 9-6 Včelí vosk

Množství nánosů zde není rozhodující, protože vzorky byly ve vosku smáčeny. Vzorky po odstranění voskové rezervy dosáhly výraznější běli než v předchozích dvou experimentech a proto byl zvolen experiment s ověřováním optimální teploty.



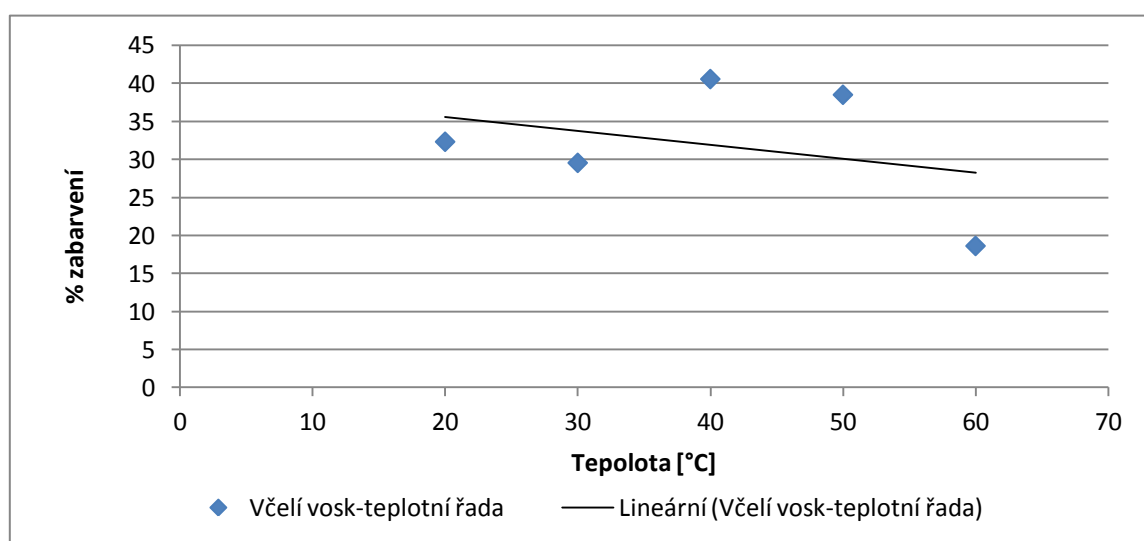
Graf 9-10 % zabarvení jako funkce množství nánosu pro včelí vosk

Teplota [$^{\circ}\text{C}$]	Vzorek s rezervou	Hodnota	Vzorek bez rezervy
20		32,33	
30		29,55	
40		40,57	
50		38,51	

60		18,62	
----	---	-------	--

Tab. 9-7 Teplotní řada pro včelí vosk

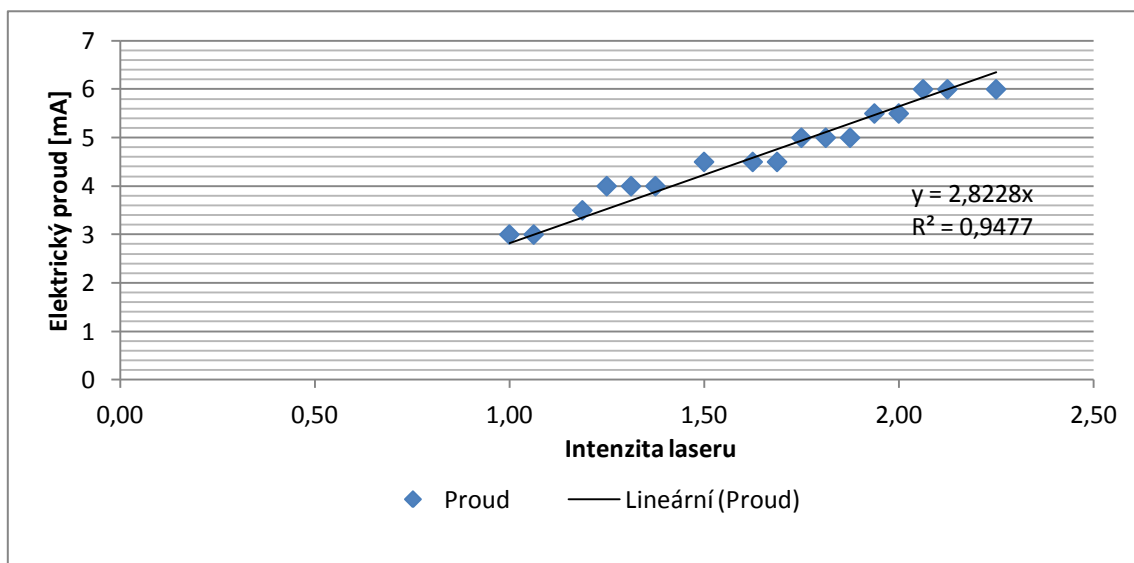
Při barvení za nižších teplot se dosáhlo uspokojující běli a také požadované modře. Nejvyšší běli se dosáhlo při teplotě 60 °C, avšak indigo se při této teplotě začíná vypírat. Uvedenou závislost znázorňuje graf 9-11.



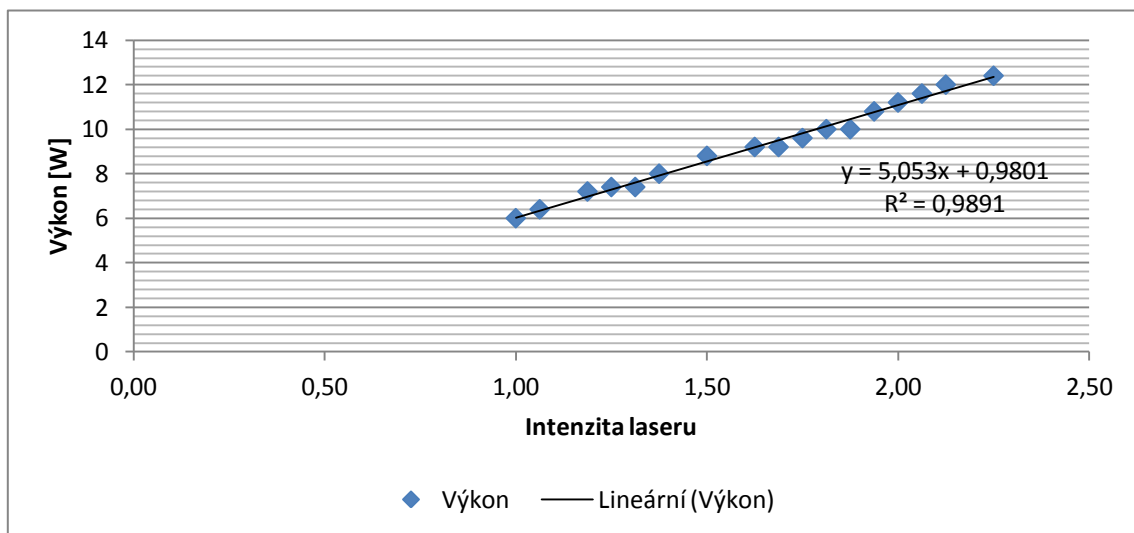
Graf 9-11 % zabarvení jako funkce teploty pro včelí vosk

9.6 Laser

Intenzita laseru pro každý vzorek byla odečítána z měřicího zařízení. Intenzita se měnila regulátorem intenzity, který při dodaném elektrickém proudu 20 mA odpovídá výkonu 40 W. Tato závislost je uvedena v grafu 9-12. Hodnoty pro tento graf jsou uvedeny tabulce 0-1, která je uvedena v příloze. Závislost dodaného elektrického proudu a výkonu je znázorněna v grafu 9-13. Fotografickou dokumentaci vzorků z líce i rubu před a po praní zobrazují tabulky 0-2 a 0-3.



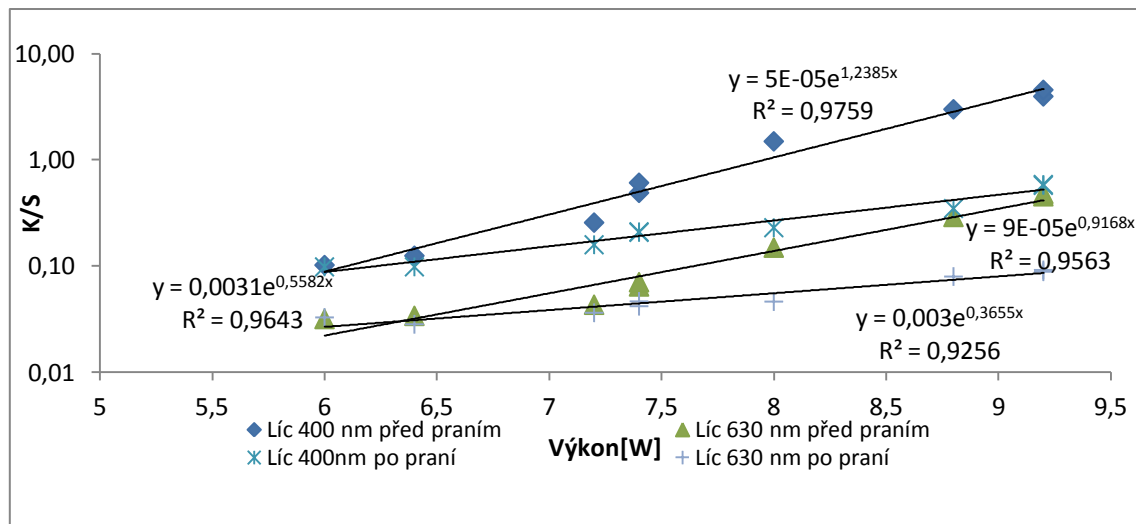
Graf 9-12 Závislost elektrického proudu na intenzitě laseru



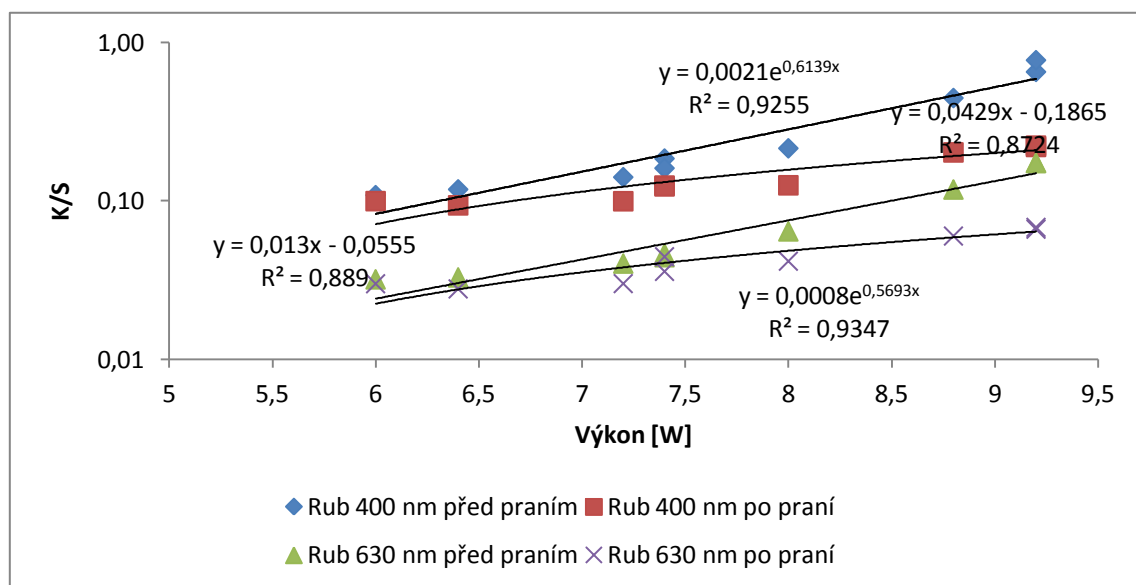
Graf 9-13 Závislost elektrického proudu na výkonu

V tabulce 0-4, která je zobrazena v příloze, jsou zaznamenány hodnoty z přístroje Datacolor SF 600 pro nebarvený vzorek. Pro srovnání byla vybrána vlnová délka 400 nm, jež je typická pro bílé vzorky s vlnovou délkou 630 nm, ta odpovídá

barvě indigo. Srovnávají se hodnoty lící strany před a po praní. K/S hodnoty jsou funkcí výkonu a jsou zaznamenány v grafech 9-14 a 9-15. Bílé vzorky postupně žloutnou, až hnědnou, poté se vlivem záření rozpadají. Výrazně se mění pouze lící strana. Změny na rubové straně jsou téměř neznatelné.



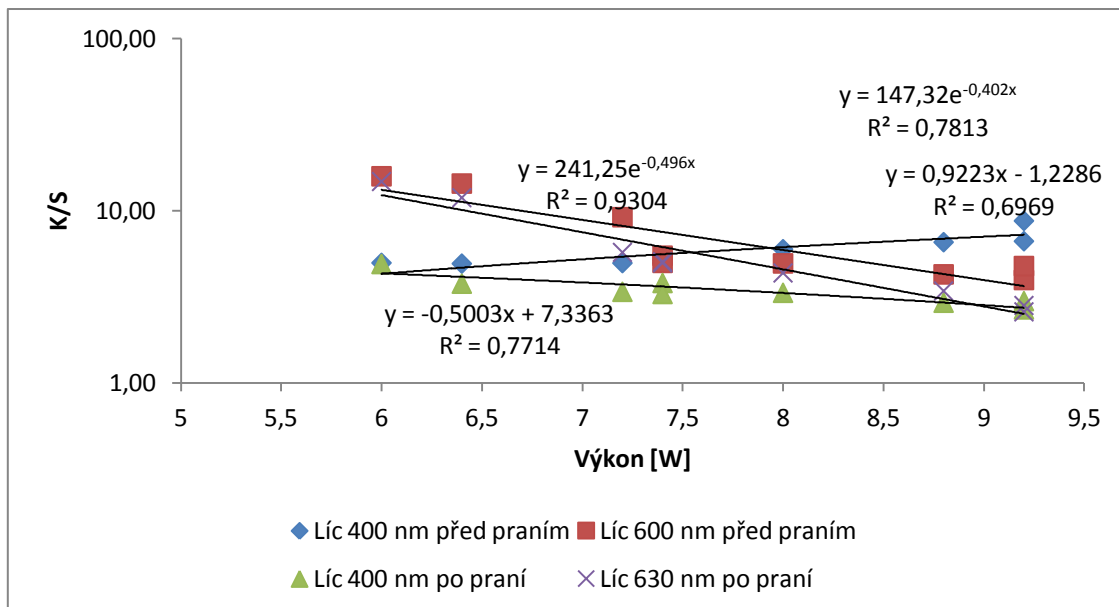
Graf 9-14 K/S hodnota jako funkce výkonu, hodnoty pro nebarvené vzorky z lící strany



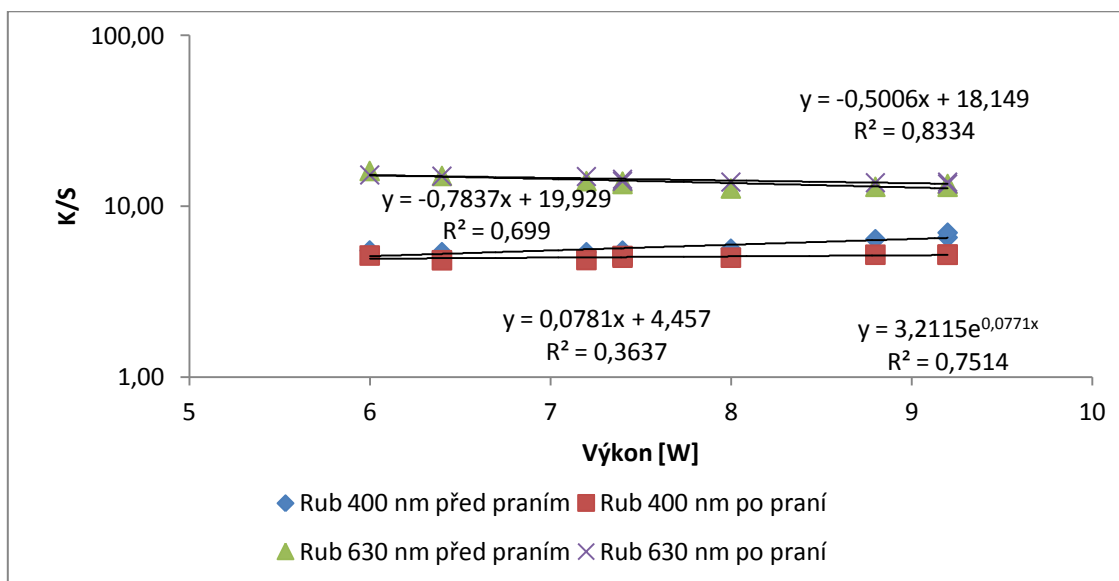
Graf 9-15 K/S hodnota jako funkce výkonu, hodnoty pro nebarvené vzorky z rubní strany

Stejné měření bylo provedeno u vzorků barvených indigem. Hodnoty pro tato měření jsou uvedeny v tabulce 0-5, která je součástí přílohy. Grafy 9-16 a 9-17 znázorňují K/S hodnoty jako funkci výkonu, hodnoty jsou uvedeny pro barvené vzorky z lící a rubní strany. Po praní v pracím prostředí se více než polovina vzorků

rozpadla již při vložení do prací lázně. Materiály těchto vzorků byly silně termicky poškozeny, a proto došlo k jejich rozpadu. Praním se odstranilo zažloutnutí. Změny jsou znatelné opět na lící straně, rubní strana se výrazně nezměnila. U všech vzorků vidíme na rozdíl od papu nebo voskové rezervy egální odbarvení.



Graf 9-16 K/S hodnota jako funkce výkonu, hodnoty pro barvené vzorky z lící strany



Graf 9-17 K/S hodnota jako funkce výkonu, hodnoty pro barvené vzorky z rubní strany

Závěr

Práce se zabývá alternativním vytvářením bílého vzoru na modrou textilií. Nejdříve se prozkoumává klasická technika modrotisku. Pro experimentální část byl zakoupen pap od fy Danzinger, který je analyzován na rentgenově fluorescenčním spektrometru ElvaX II. Bylo zjištěno, že pap obsahuje olovo a měď.

I po odstranění papu z textilie bylo možné detekovat obsah těchto toxických prvků z míst, odkud byl pap vyprán. Bylo zjištěno, že množství olova a mědi je možné praním odstranit přibližně o 95 %. Tato skutečnost by mohla být základem pro hlubší sledování modrotiskem obarvených textilií. Byl sledován vliv teploty na barvení a množství nánosu. Byla zjištěna optimální teplota 30 °C a nános 625 g · m⁻². Pro hodnocení stupně běli byl vytvořen soubor v programu ImageJ, který ukazuje barevné odchylky od zvoleného bílého standardu.

Jako první alternativa byla zvolena vosková rezerva. Byly použity dva druhy parafinů s odlišnou teplotou tání a včelí vosk. Bylo zjištěno, že parafin není možné pro vytvoření rezervy použít. U těchto vzorků vidíme jakýsi plísňový efekt, než dosažení určitého stupně běli. Metoda s použitím parafinů najde využití spíše při vytváření textilií s originálním vzorem. U rezervy z včelího vosku bylo dosaženo nejvyšší běli ze všech provedených experimentů. Zároveň bylo ověřeno, že teplota 30 °C je pro barvení indigem nejvhodnější, bez ohledu na to, jaký druh rezervy byl zvolen. Lící a rubní strana při použití papu a vosku nedosahuje výraznějších barevných rozdílů.

Jako druhá alternativa bylo zvoleno ozařování vzorků laserem. U této metody v žádném vzorku nebyla zjištěna požadovaná běl. Ozařováním je však možné dosáhnout nejvíce egálního odbarvení. Vidíme velké rozdíly mezi odbarvením vzorku z lící a rubní strany. Materiál se vlivem ozařování tepelně poškozuje a tím se mohou změnit mechanické vlastnosti. Výhodou vzorování laserem je možnost použití již hotových obarvených tkanin.

Bibliografie

1. **Piller, Bohumil a Levinský, Otto.** *Malá encyklopedie textilních materiálů.* Praha : SNTL, 1970.
2. **Pospíšil, Zdeněk a kolektiv.** *Příručka textilního odborníka 1. část.* Praha : SNTL, 1981.
3. **Wiener, Jakub, Průšová, Mária a Kryštůfek, Jiří.** *Chemicko-textilní rozbor.* Liberec : Technická univerzita v Liberci, 2008.
4. **Vydra, Josef.** *Ludová modrotlač na Slovensku.* Bratislava : Tvar, 1954.
5. *Katalog k expozici Člunek zpívá - Rukodělná tkalcovská výroba, pletářství a barvířství ve Frenštátě pod Radhoštěm.* Muzeum ve Frenštátě pod Radhoštěm, Frenštát pod Radhoštěm : 2007.
6. Atlasrostlin.cz. [Online] [Citace: 10. duben 2012.] <http://www.atlasrostlin.cz/>.
7. Ancient dyes, natural and synthetic. [Online] [Citace: 10. 4 2012.] <http://www.chriscooksey.demon.co.uk/>.
8. Wikipedia, wolna encyklopedia. [Online] [Citace: 4. 10 2012.] http://pl.wikipedia.org/wiki/Strona_g%C5%82%C3%B3wna.
9. Arimo spol. s r. o. - Výroba konfekce a modrotisku. [Online] [Citace: 10. 4 2012.] <http://www.arimo-modrotisk.cz/modrotisk.htm#>.
10. Modrotisk Danzinger. [Online] [Citace: 10. 4 2012.] <http://www.modrotisk-danzinger.cz/3/modrotisk-danzinger.html>.
11. **Machaňová, Dagmar, Prášil, Miroslav a Kryštůfek, Jiří.** *Textilní chemie Návody na cvičení.* Liberec : Technická univerzita v Liberci, 2008.
12. **Donátová, Ilona.** Objektivní srovnávání barvicích metod. *Diplomová práce.* Liberec : Technická univerzita v Liberci, 2011.
13. **Hamplová, Veronika.** *Netradiční batika.* Brno : Computer Press, a. s., 2006.
14. Batikovaná trička : Batikárna. [Online] [Citace: 10. 4 2012.] <http://www.batikarna.cz/uvod>.
15. Wikipedie, otevřená encyklopedie. [Online] [Citace: 10. 4 2012.] http://cs.wikipedia.org/wiki/Hlavn%C3%AD_strana.

16. **Přidal, Antonín.** Včelí vosk - složení a využití. *Moderní včelař*. 2007.
17. Včela medonosná. [Online] [Citace: 10. 4 2012.] http://www.srom.hranet.cz/projekty/2005/WWW/konecny/hmyz_pavouci/vcela_medonosna/vcela.htm.
18. Wikipedia The Free Encyclopedia. [Online] [Citace: 10. 4 2012.] http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page.
19. Spermacet vorvanina cetaceum. [Online] [Citace: 10. 4 2012.] <http://www.techinfo.cz/parfumerie/spermacet.html>.
20. Emulgatory.cz. [Online] [Citace: 10. 4 2012.] <http://www.emulgatory.cz/seznam-ecek?prisada=E903>.
21. **Machaňová, Dagmar.** *Předúprava textilií II*. Liberec : Technická univerzita v Liberci, 2007.
22. MM Průmyslové spektrum. [Online] [Citace: 16. 4 2012.] <http://www.mmspektrum.com/clanek/prumyslove-lasery-1-princip-laseru.html>.
23. **Moravcová, Michala.** Odbarvování textilií působením laserového záření. *Diplomová práce*. Liberec : Technická univerzita v Liberci, 2010.
24. Centrum laserových a automatizačních technologií. [Online] [Citace: 16. 4 2012.] <http://laser.zcu.cz/wiki/rozdeleni-laseru>.
25. **Machaňová, Dagmar a Wiener, Jakub.** *Údržba textilií I*. Liberec : Technická univerzita v Liberci, 2010.
26. Nano.tul.cz. [Online] [Citace: 16. 4 2012.] <http://nano.tul.cz/instrument/rtg-fluorescencni-spektrometr-elvax-ii>.
27. **Zapletalová, Lucie.** XRF analýza produktů spalování uhlí. *Diplomová práce*. [Online] 2008. [Citace: 16. 4 2012.] http://dspace.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/7163/zapletalov%C3%A1_2008_dp.pdf?sequence=1.
28. **Sedlář, Martin, a další.** ImageJ. [Online] 2012. [Citace: 16. 4 2012.] <http://www.med.muni.cz/biofyz/Image/ImageJ.pdf>.
29. Datacolor.com. [Online] [Citace: 22. 4 2012.] <http://www.datacolor.com/>.

30. alibaba.com. [Online] [Citace: 22. 4 2012.] http://www.alibaba.com/product-gs/344123462/laser_engraver.html.
31. Wklaser.com. [Online] [Citace: 22. 4 2012.] <http://wklasercom.itrademarket.com/1916457/mini-laser-engraver-wk40.htm>.
32. czc.cz. [Online] [Citace: 22. 4 2012.] <http://www.czc.cz/hewlett-packard-scanjet-4850/32519/produkt>.
33. Botanika.wendys.cz. [Online] [Citace: 10. 4 2012.] <http://botanika.wendys.cz/>.
34. Výtvarné techniky, ruční práce, decoupage, hedvábí a další. [Online] [Citace: 10. 4 2012.] <http://www.vytvarnetechniky.cz/>.
35. Myslivecke-zbozi.cz. [Online] [Citace: 16. 4 2012.] <http://www.myslivecke-zbozi.cz/doprirody/7-Pouzite-materialy/3-Bavlna>.
36. Lampijon.cz. [Online] [Citace: 22. 4 2012.] <http://www.lampijon.cz/modrotisk.php>.
37. Wonjoy.com. [Online] [Citace: 22. 4 2012.] <http://www.wonjoy.com/Cosmetic-Ingredient/Lanolin.html>.
38. U šikovných rúk centrum tvorivosti a kreativity. [Online] [Citace: 22. 4 2012.] <http://www.usikovnychruk.sk/usikovnychruk/eshop/3-1-VYROBA-SVIECOK-material/33-2-Vosky-parafiny/5/261-Parafinovy-vosk-drobne-gulicky-500g>.
39. allstatestextile.com. [Online] [Citace: 22. 4 2012.] www.allstatestextile.com.
40. Cheap Hp Scanjet 4850 Photo Scanner 2012 . [Online] [Citace: 22. 4 2012.] <http://www.scanjet4850photoscanner.info/>.

Seznam obrázků

Obr. 1-1 Bavlna (35)	11
Obr. 1-2 Model bavlněného vlákna (3)	12
Obr. 2-1 Různé modrotiskové vzory (36)	15
Obr. 2-2 Boryt barvířský (33)	16
Obr. 2-3 Modřil barvířský (33)	17
Obr. 2-4 Rdesno barvířské (33)	18
Obr. 2-5 Schnutí papu na materiálu zavěšeném na bidle (9)	20
Obr. 3-1 Včela medonosná (17)	25
Obr. 3-2 Čínský vosk (18)	25
Obr. 3-3 Karnaubský vosk (15)	26
Obr. 3-4 Lanolin (37)	26
Obr. 3-5 Parafin (38)	27
Obr. 4-1 Helium-neonový laser (15)	32
Obr. 5-3 Obarvená tkanina	35
Obr. 5-1 Kypa určená pro barvení	35
Obr. 5-2 Matečná kypa	35
Obr. 5-4 Rentgenově fluorescenční spektrometr ElvaX II (26)	36
Obr. 5-5 Datacolor SF 600 (39)	37
Obr. 5-6 Detail na trysku laseru (18)	38
Obr. 5-7 Laser engraver WK 40 (30)	38
Obr. 5-8 Scanner HP Scanjet 4850 (40)	38
Obr. 6-1 Pap po zaschnutí	41
Obr. 6-2 Pap po barvení	41
Obr. 6-3 Pap po praní	41
Obr. 6-4 Pap nanesený na materiál	41

Obr. 8-1 Obrazovka laseru	45
---------------------------------	----

Seznam vzorců

Vzorec 1-1 β -glukopyranóza (3).....	13
Vzorec 1-2 Základní strukturní jednotka celulózy-celobióza (3).....	13
Vzorec 2-1 Výroba indiga (7).....	17
Vzorec 2-2 Syntéza výroby indiga podle Bayera a Drewsena (8).....	18
Vzorec 2-3 Heumannova syntéza indiga (8)	18
Vzorec 2-4 Syntéza dle Pfliegera (8)	19
Vzorec 2-5 Kypování (11).....	22

Seznam grafů

Graf 6-1 Vzorek bavlny	40
Graf 6-2 Vzorek bavlny s naneseným papem.....	40
Graf 6-3 Vzorek bavlny s naneseným papem, po praní	41
Graf 9-1 Ukázka histogramů pro vybrané teploty, v závorce je uvedeno % zabarvení.....	46
Graf 9-2 Teplotní řada pro pap z líce	48
Graf 9-3 Teplotní řada pro pap z rubu	49
Graf 9-4 Teplotní řada vzorků z líce pro indigo	49
Graf 9-5 % zabarvení lícové strany tkaniny jako funkce množství naneseného papu	52
Graf 9-6 % zabarvení rubové strany tkaniny jako funkce množství neneseného papu	52
Graf 9-7 % zabarvení jako funkce množství nánosu u parafinu $T_m = 48-50\text{ }^{\circ}\text{C}$..53	
Graf 9-8 % zabarvení jako funkce množství nánosu pro parafin $T_m = 52-54\text{ }^{\circ}\text{C}$..55	
Graf 9-9 % zabarvení jako funkce teploty pro parafin $T_m = 52-54\text{ }^{\circ}\text{C}$	56
Graf 9-10 % zabarvení jako funkce množství nánosu pro včelí vosk.....	58
Graf 9-11 % zabarvení jako funkce teploty pro včelí vosk.....	59
Graf 9-12 Závislost elektrického proudu na intenzitě laseru	60
Graf 9-13 Závislost elektrického proudu na výkonu	60
Graf 9-14 K/S hodnota jako funkce výkonu, hodnoty pro nebarvené vzorky z lící strany	61
Graf 9-15 K/S hodnota jako funkce výkonu, hodnoty pro nebarvené vzorky z rubní strany.....	61
Graf 9-16 K/S hodnota jako funkce výkonu, hodnoty pro barvené vzorky z lící strany	62

Graf 9-17 K/S hodnota jako funkce výkonu, hodnoty pro barvené vzorky z rubní strany	62
---	----

Seznam tabulek

Tab. 6-1 Obsah vody v papu.....	39
Tab. 9-1 Teplotní řada pro pap	48
Tab. 9-2 Koncentrační řada pro pap	51
Tab. 9-3 Parafin $T_m = 48-50\text{ }^{\circ}\text{C}$	53
Tab. 9-4 Parafin $T_m = 52-54\text{ }^{\circ}\text{C}$	54
Tab. 9-5 Teplotní řada pro parafin s $T_m = 52-54\text{ }^{\circ}\text{C}$	56
Tab. 9-6 Včelí vosk.....	57
Tab. 9-7 Teplotní řada pro včelí vosk	59







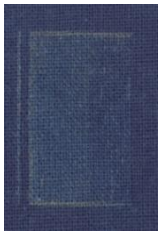

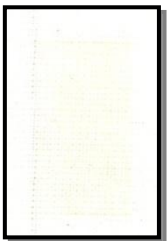



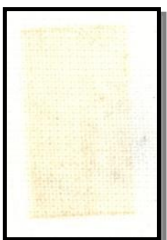
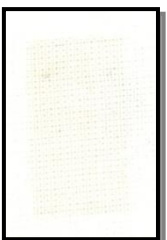
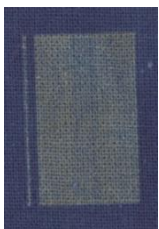

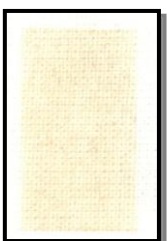
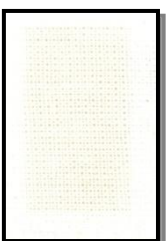


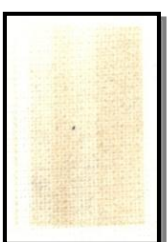
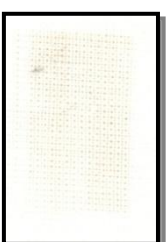


Seznam příloh


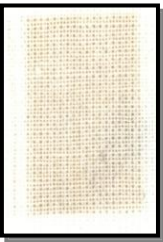







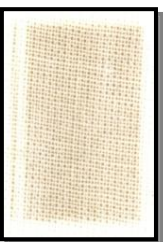



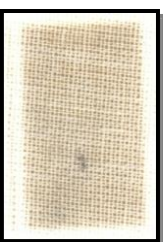










Tab. 0-1 Závislost intenzity laseru na elektrickém proudu	74
Tab. 0-2 Vzorky ozařované laserem z rubu a líce při různém výkonu laser před praním.....	77
Tab. 0-3 Vzorky ozařované laserem z rubu a líce při různém výkonu laseru po praní.....	79
Tab. 0-4 Hodnoty z přístroje Datacolor SF 600 pro nebarvený vzorek.....	80
Tab. 0-5 Hodnoty z přístroje Datacolor SF 600 pro barvený vzorek	80















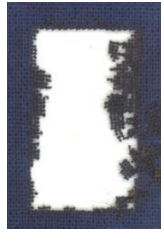





Přílohy

Číslo vzorku	Intenzita laseru	Elektrický proud [mA]	Elektrický proud [mA] vypočítaný z lineární regrese	Výkon [W] vypočítaný
1	1,00	3	2,82	5,64
2	1,06	3	3,00	5,99
3	1,19	3,5	3,35	6,70
4	1,25	4	3,53	7,05
5	1,31	4	3,70	7,40
6	1,38	4	3,88	7,76
7	1,50	4,5	4,23	8,46
8	1,63	4,5	4,58	9,17
9	1,69	4,5	4,76	9,52
10	1,75	5	4,94	9,87
11	1,81	5	5,11	10,22
12	1,88	5	5,29	10,58
13	1,94	5,5	5,46	10,93
14	2,00	5,5	5,64	11,28
15	2,06	6	5,82	11,63
16	2,13	6	5,99	11,99
17	2,25	6	6,35	12,69





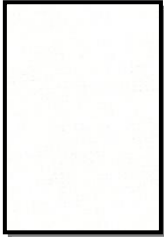



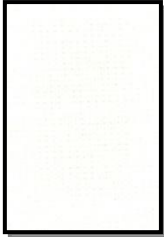







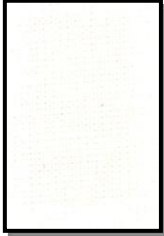



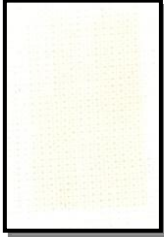



Tab. 0-1 Závislost intenzity laseru na elektrickém proudu


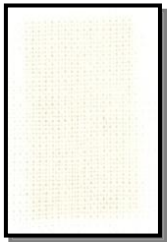



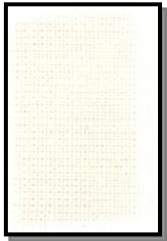



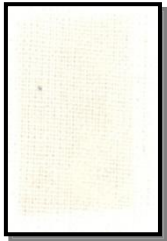






Výkon laseru [W]	Bílý vzorek		Barvený vzorek	
	Líc	Rub	Líc	Rub
5,64				
5,99				
6,70				
7,05				
7,40				
7,76				

8,46				
9,17				
9,52				
9,87				
10,22				
10,58				

10,93				
11,28				
11,63				
11,99				
12,69				

Tab. 0-2 Vzorčky ozařované laserem z rubu a líce při různém výkonu laser před praním

Výkon laseru [W]	Bílý vzorek		Modrý vzorek	
	Líc	Rub	Líc	Rub
5,64				
5,99				
6,70				
7,05				
7,40				
7,76				

8,46				
9,17				
9,52				
9,87				

Tab. 0-3 Vzorčky ozařované laserem z rubu a líce při různém výkonu laseru po praní

Výkon [W]	Nebarvený vzorek před praním				Nebarvený vzorek po praní			
	Líc		Rub		Líc		Rub	
	400 nm	630 nm	400 nm	630 nm	400 nm	630 nm	400 nm	630 nm
6	0,10	0,03	0,11	0,03	0,10	0,03	0,10	0,03
6,4	0,13	0,03	0,12	0,03	0,10	0,03	0,09	0,03
7,2	0,26	0,04	0,14	0,04	0,16	0,04	0,10	0,03
7,4	0,49	0,06	0,18	0,05	0,21	0,05	0,12	0,04
7,4	0,61	0,07	0,16	0,04	0,21	0,04	0,12	0,04
8	1,50	0,15	0,21	0,06	0,23	0,05	0,13	0,04
8,8	3,01	0,29	0,45	0,12	0,35	0,08	0,20	0,06
9,2	3,98	0,46	0,65	0,17	0,58	0,09	0,22	0,07
9,2	4,58	0,48	0,77	0,17	0,59	0,09	0,22	0,07

Tab. 0-4 Hodnoty z přístroje Datacolor SF 600 pro nebarvený vzorek

Výkon [W]	Barvený vzorek před praním				Barvený vzorek po praní			
	Líc		Rub		Líc		Rub	
	400 nm	630 nm	400 nm	630 nm	400 nm	630 nm	400 nm	630 nm
6	5,00	15,90	5,51	16,09	4,92	14,82	5,15	15,25
6,4	4,95	14,42	5,38	15,05	3,79	11,95	4,83	15,00
7,2	4,99	9,20	5,38	14,03	3,40	5,75	4,84	14,93
7,4	5,00	5,50	5,32	13,94	3,82	5,08	5,11	14,38
7,4	5,17	5,00	5,50	13,50	3,30	5,00	5,00	14,00
8	6,00	4,97	5,64	12,71	3,35	4,37	5,00	13,86
8,8	6,59	4,29	6,41	13,00	2,94	3,44	5,20	13,73
9,2	6,68	3,98	6,57	13,50	2,69	2,83	5,21	13,85
9,2	8,76	4,79	7,00	13,00	3,00	2,60	5,20	13,50

Tab. 0-5 Hodnoty z přístroje Datacolor SF 600 pro barvený vzorek